nature
الطبعة العربية
الدورية الشهرية العالمية للعلوم

بَقَـاء محتَمَل

هل يمكن أن يساعد ارتفاع نسبة تَبَايُن الأليلات بفقمات الفرو على تَأَقْلُمها مع التغيُّر المناخي؟ صفحتا 60 و79

المخاطر الطبيعية
مخاطر الانهيارات الأرضية
منتدى عن استخدام تقنيّات المحاكاة، وتحديد أماكن المخاطر
صفحة 20

البحث الطبي
معالجة الشيخوخة
نسبة مَنْ تتجاوز أعمارهم 80 عامًا سوف ترتفع في 2050
صفحة 48



علم المواد
بلورة عضوية فائقة المرونة
مرونة في بلورة عضوية نقيّة تبشِّر بتطبيقات جديدة
صفحة 63

ARABICEDITION.NATURE.COM
سبتمبر 2014 / السنة الثانية / العدد 24
ISSN 977-2314-55003

دعـوة للحضور

تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين
الملك عبد الله بن عبد العزيز





المؤتمر السعودي الدولي الثاني لتقنيات البيئة ٢٠١٤

٢٠ - ٢٢ ذو القعدة ١٤٣٥ هـ ، الموافق ١٥ - ١٧ سبتمبر ٢٠١٤ م

قاعة المؤتمرات - مبنى ٣٦ - مقر المدينة الرئيسي - طريق الملك عبدالله - الرياض

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٤٣٤٩
فاكس: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٣٨٣٠
www.kacst.edu.sa

nature

سبتمبر 2014 / السنة الثانية / العدد 24

فريق التحرير

رئيس التحرير: مجدي سعيد
نائبا رئيس التحرير: د. خالد محروس، كريم الدجوي
مدير التحرير والتدقيق اللغوي: محسن بيومي
محرر علمي: نهى هندي، نهى خالد
مساعد التحرير: ياسمين أمين
المدير الفني: محمد عاشور
مصمم جرافيك: عمرو رحمة
مستشار التحرير: أ.د. عبد العزيز بن محمد السويلم
مستشار الترجمة: أ. د. سلطان بن عبد العزيز المبارك
اشترك في هذا العدد: ابتهال مخلوف، أبو الحجاج محمد بشير، أحمد بركات، باتر وردم، حاتم النجدي، داليا أحمد عواد، ريهام الخولي، سعيد يس، صديق عمر، طارق راشد، طارق قابيل، عائشة هيب، عمرو شكر، لمياء نايل، لينا الشهابي، مازن النجار، محمد السيد يحيى، محمد صبري يوسف، نسيبة داود، هشام سليمان، هويدا عماد، وسيم عبد الحليم، وليد خطاب.

مسؤولو النشر

المدير العام: ستيفن إينشكوم
المدير العام الإقليمي: ديفيد سوينبانكس
المدير المساعد لـ MSC: نيك كامبيل
مدير النشر: أماني شوقي

عرض الإعلانات، والرعاة الرسميون

مدير تطوير الأعمال: جون جيولياني
(J.Giuliani@nature.com)
الرعاة الرسميون: مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية KACST
http://www.kacst.edu.sa
العنوان البريدي:
مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية
ص. ب: 6086 - الرياض 11442
المملكة العربية السعودية



التسويق والاشتراكات

التسويق: عادل جهادي (a.jouhadi@nature.com)
Tel: +44207 418 5626
تمت الطباعة لدى ويندهام جرانج المحدودة،وست سَسكس، المملكة المتحدة.

NATURE ARABIC EDITION [ONLINE]

http://arabicedition.nature.com

للاتصال بنا:

للتواصل مع المحررين: naturearabic@nature.com

Macmillan Egypt Ltd.
3 Mohamed Tawfik Diab St.,
Nasr City, 11371
Cairo, Egypt.
Email: cairo@nature.com
Tel: +20 2 2671 5398
Fax: +20 2 2271 6207

Macmillan Dubai Office
Dubai Media City
Building 8, Office 116,
P.O.Box: 502510
Dubai, UAE.
Email: dubai@nature.com
Tel: +97144332030

رسالة رئيس التحرير

بحثًا عن الصحة وطول العمر

قديمًا، دَعَت الأغنية الشهيرة إلى التمتع بالشمس والهواء والماء على شواطئ البحار؛ لتحقيق آمال الإنسان في الصحة وطول العمر، لكن يبدو أن هذه الوصفات الطبيعية لم تعد كافية لتحقيق ذلك، كما يتبيَّن من الموضوعات المنشورة هنا في قسم التعليقات في العدد الرابع والعشرين من *Nature* الطبعة العربية، الذي بين أيديكم.

فتَحْتَ عنوان «الحياة الصحية تحتاج إلى إدارة عالمية»، كَتَبَ لورانس أو. جوستن يقول: «من المعروف أن وسائل المواصلات الحديثة، والهجرة الجماعية، والعولمة، تزيد من انتشار الأمراض المعدية. وهذه العوامل نفسها تزيد أيضًا من معدّلات الإصابة بالأمراض غير المعدية NCDs، مثل السرطان، وداء السكري، ومرض القلب. ومع ازدهار البلدان النامية، فإن هذه الحالات هي نتاج ثانوي لارتفاع تلوث الهواء، وقلة النشاط البدني، وتعاطي الكحول، والتدخين، والسعرات الحرارية الزائدة.. إلخ؛ ومن ثم فقد صارت الأمراض غير المعدية تمثل 65% من الوفيات في جميع أنحاء العالم، وتشكِّل أكثر من نصف عبء المرض العالمي. وعلى الصعيد العالمي، يُقَدَّر العبء الاقتصادي للقوى العاملة غير الصحية وارتفاع نفقات الرعاية الصحية بحوالي 47 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2030». ويشير الكاتب إلى ما يقترحه علاجًا لذلك، حيث يقول: «حَدَّد الباحثون سُبُلًا فعّالة من حيث التكلفة لمنع الأمراض غير المعدية، واتساع التفاوتات الصحية اللاحقة، على أن تكون الحكومات الوطنية والمحلية هي المفتاح لتنفيذ هذه الجهود، مما يجعل الإدارة العالمية حافزًا قويًّا بوضع القواعد، وتعبئة التمويل، ومساءلة الدول. وقد أفلحت هذه الاستراتيجية بالفعل في منع الوفيات الناجمة عن التدخين، إذ ينبغي على الوكالات العالمية إنشاء صندوق عالمي، يُكَرَّس للأمراض غير المعدية، وتنظيم الصناعة؛ لتحسين التغذية، وتغيير البيئات العمرانية؛ لتعزيز النشاط البدني، وإشراك مختلف القطاعات الحكومية والمجموعات الأخرى في الوقاية».

وتحت عنوان «معالجة الشيخوخة»، كَتَبَ لويجي فونتانا وآخرون: «إن أعداد الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن 80 عامًا سترتفع لثلاث مرات عالميًّا بحلول عام 2050. تأتي هذه التركيبات السكانية بتكلفة على الأفراد والنظم الاقتصادية بشكل كبير، إذ إنّ مشاكل الشيخوخة تأتي مجتمعةً، فأكثر من 70% من الأشخاص الذين تَخَطَّوا الـ65 عامًا يعانون من اثنتين أو أكثر من الحالات المزمنة، مثل التهاب المفاصل، والسكري، والسرطان، وأمراض القلب، والسكتة الدماغية. وقد أشارت دراسات النظام الغذائي، والجينات، والعقاقير إلى أن تأخُّر أحد الأمراض المرتبطة بالعمر قد يدرأ الأمراض الأخرى. وعلى ما يبدو أن هناك ـ على الأقل ـ 12 مسارًا جزيئيًّا هي التي تحدِّد وتيرة الشيخوخة الفسيولوجية. وإذا كانت الأساليب الحالية لحياة صحية أطول ـ التي يمكن أن تتمثل في نظم غذائية أفضل، وممارسة التمارين الرياضية بانتظام ـ فعّالة، فهناك مجال للأفضل دائمًا، لا سيما في تخصيص العلاجات. وينبغي اختبار الدروس المستفادة من المسارات الجزيئية على الحيوانات في البشر؛ لتحديد التدخلات المطلوبة لتأخير الشيخوخة، والحالات المرضية المرتبطة بها. ويجب على القائمين على الدراسات قبل الإكلينيكية والإكلينيكية العمل معًا لابتكار نقاط نهاية ذات مغزى للتجارب على البشر».

ومن الشيخوخة إلى الأمراض المعدية، كَتَبَ ذو الفقار أحمد بوتا حول اجتثاث شلل الأطفال، قائلًا: «قبل نحو عام، كان تحقيق عالَم خالٍ من مرض شلل الأطفال قاب قوسين أو أدنى من المجهودات التي بُذلت لمجابهته. ففي عام 1988، أصيب بالشلل حوالي 350.000 شخص من 125 دولة، بسبب فيروس شلل الأطفال (Polio). وفي العام المنصرم تمّ الإبلاغ عن إصابة 406 حالات فقط، بينما وقعت 160 حالة منها في مناطق قليلة من ثلاث دول، حيث ما زال شلل الأطفال متوطِّنًا فيها، هي: أفغانستان، ونيجيريا، وباكستان. وفي شهر إبريل من عام 2013، تعهَّدت الجمعيات الخيرية والحكومات بتوفير 4 بلايين دولار أمريكي لتطوير خطة تمتد إلى ست سنوات، تم تطويرها من قِبَل منظمة الصحة العالمية (WHO)؛ لاجتثاث شلل الأطفال. وفي مارس المنصرم، بعد أن تعاقبت ثلاث سنوات على الهند، دون ظهور حالات جديدة، أَقَرَّت منظمة الصحة العالميّة بخُلُوّ منطقتها في جنوب شرق آسيا (التي لا تشمل أفغانستان وباكستان) من شلل الأطفال». والخلاصة أنّ بوتا يرى أن «مفتاح اجتثاث شلل الأطفال من على وجه الأرض يتمثل في تعزيز بعض الخدمات الصحية، والتطعيمات الروتينية، وليس من خلال تطعيم المسافرين».

رئيس التحرير
مجدى سعيد



البحوث العلمية عالية التأثير

متـاحـةٌ الآن للجمـيـــع ..



RIGHT TO LEFT: H OBOKATA *ET AL* DOI:10.1038/NATURE12969; NASA/JPL-CALTECH/SSI; RICHARD ELLIS/GETTY; DAVID MACK/GETTY; JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE; RICK GUIDICE/NASA; GEOSTILLS/ALAMY; RICHARD NEWSTEAD/GETTY; TOM BEAN/GETTY

سَجِّلْ حسابك الآن على *Nature* الطبعة العربية مجانًا؛
لتتمكن من متابعة كل ما يستجدّ في عالم العلوم لحظة بلحظة



دَوْريّة *Nature* الطبعة العربية تزوِّدك بالأخبار والمقالات العلمية الرفيعة، المختارَة بعناية من *Nature* الطبعة الدوليّة.
كما تقدم لك ملخّصات لكل الأوراق البحثيّة المنشورة في الدوريّة العلمية الرئيسة في العالم.
هذا.. والأعداد المطبوعة متاحةٌ للأعضاء المشتركين. أمّا محتوى الموقع الإلكتروني، فمُتَاح للجميع، دون مقابل.

والآن، لَدَيْك فرصة للحصول على اشتراك مجاني في النسخة المطبوعة من دوريّة *Nature* الطبعة العربية.
ولمعرفة التفاصيل.. قُم بزيارة هذا الرابط: **go.nature.com/tcDJe6**

ARABICEDITION.NATURE.COM

Follow us on:








مدينة الملك عبدالعزيز
للعلوم والتقنية KACST



المحتويات

سبتمبر 2014 / السنة الثانية / العدد 24

هــذا الشــهــر

مهن علمية

لأحدث قوائم الوظائف والنصائح المهنية، تابع: www.naturejobs.com

أخبـــار فى دائرة الضـوء





فيزياء البلازما
براعم الاندماج النووي
مدعومة برأس المال المغامِر والكثير من الأمل.. تقنيات الاندماج النووي البديلة آخِذة في التصاعد. صفحة 38

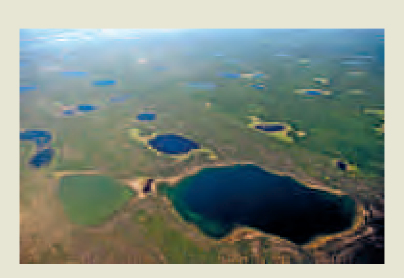
تعليقات

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المحتويات

سبتمبر 2014 / السنة الثانية / العدد 24

أبحـــاث



علم المناخ
تخزين الكربون البارد

تخزين الكربون البارد تبعث البحيرات التي تتشكل من ذوبان الأراضي الصقيعية كميات معتبرة من الغازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي. اتضح أيضًا أنه من الممكن تخزين كميات كبيرة من الكربون في الرسوبيات الموجودة في قيعان البحيرات.
صفحة 69



على الغلاف
البروتيوم البشري

يقدم فريقان بحثيّان تحليلات مستنِدة إلى مطيافية الكتلة للأنسجة البشرية، وسوائل وخلايا الجسد، لرسم خريطة لغالبية البروتيوم البشري. نورد هنا كذلك مشروعًا كبيرًا للبروتيوميات، وبرنامج أطلس البروتين البشري المستنِد إلى الأجسام المضادة. صفحتا 60 و79

JAUME FORCADA

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

هــذا الشهــر

افتتاحيات

رؤية عالمية لا تستدعي كافة الانتحالات العلمية سَحْبَ الأبحاث المنشورة **ص. 11**

الميكانيكا الحيوية عندما يتحرك الكنغر ببطء، يعمل ذيله قويّ العضلات بمثابة قَدمٍ خامسة. **ص. 12**

كيمياء سائل أيوني في مزيج من سموم نوعين من أنواع النمل المتنافِسة. **ص. 15**

تقنين الاختبارات المعملية غير المعتمَدة

مقترَحٌ أمريكي لتقنين اختبارات التشخيص الطبية التي تجريها المعامل الفردية يَعكِس التعقيد المتزايد الذي تشهده هذه الاختبارات. ومِثْل هذه المقترحات ينبغي الترحيب بها، لا معارضتها.

نَشَرَتْ «مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها» CDC في 18 إبريل الماضي تحذيرًا، بعد أن عَلِمَتْ باختبار جديد يُستخدم لتشخيص داء لايم Lyme، وهي إصابة بكتيرية تنتقل عن طريق حشرة القرادة؛ تتسبب في الإحساس بالإرهاق، وألم في المفاصل، ومشكلات في الجهاز العصبي. ومثل العديد من الاختبارات الأخرى لهذا المرض، لم يتم تقييم أو اعتماد هذا الاختبار رسميًّا من الهيئات التشريعية في الحكومة. ويخشى العلماء في الوكالات الحكومية أن يؤدي هذا الاختبار إلى العديد من النتائج الإيجابية الزائفة. وبسبب ثغرة تنظيمية، لم يكن هناك ما تستطيع وكالةُ مراكز مكافحة الأمراض والوقاية منها أن تفعله، باستثناء إسداء النصح للمستهلكين بتجنُّب الاختبارات، والحث على البحث عن اختبارات التشخيص القليلة المعتمَدة من الإدارة الأمريكية للأغذية والأدوية.

إنّ المشكلة لم تعد تقتصر على داء لايم فحسب، فالآلاف من الاختبارات الطبية الأخرى غير المعتمدة تَنَصَّلَتْ من الإشراف والرقابة الفيدرالية، وهي اختبارات تم تطويرها في معامل فردية، وتُستخدم لتوجيه تشخيص وعلاج كل شيء.. من السرطان إلى الإصابة بفطر *Candida*.

هذا الأمر على وشك التغيُّر، ففي 31 يوليو الماضي، كشفتْ إدارة الأغذية والأدوية عن خطة لتقنين الاختبارات المعملية غير المعتمدة. وبذلك تخاطِر الوكالة بالتعرض لغضب المَعامل الأكاديمية ـ إلى جانب مجال الصناعة كذلك ـ التي طالما قالت إن تقنين الاختبارات المعملية للقوانين سيؤدي إلى بطء تطوير وسائل التشخيص بلا أي داعٍ أو ضرورة، غير أن توسيع نطاق الرقابة له ما يبرِّره، وينبغي على الباحثين أن يبذلوا جهدهم لكي يحذوا حذو إدارة الأغذية والأدوية. ولأن التشخيصات الطبية أصبحت دقيقة ومهمة للغاية في اتخاذ قرارات الرعاية الصحية، ينبغي أن تُحاط بحرص شديد، وحذر كبير.

في عام 1976 أعلن الكونجرس الأمريكي أن أغلب اختبارات التشخيص يمكن اعتبارها أجهزة طبية، ولهذا.. تخضع للرقابة التشريعية لإدارة الأغذية والأدوية، لكنْ في ذلك الوقت كانت اختبارات المعامل فحوصًا بسيطة ومألوفة باستخدام مكونات وعناصر معتمَدة للاستخدام الطبي. وكان الأطباء وأخصائيُّو علم الأمراض – غالبًا في المؤسسة نفسها التي أجرت الاختبار – هم الذين تَوَلَّوا تفسير النتائج. وفي ضوء هذه الظروف الآمِنة نسبيًّا، مارست إدارة الأغذية والأدوية سلطتها التقديرية، وأعلنت أنها لن تقنِّن الاختبارات المعملية غير المعتمدة، لكن إدارة الأغذية والأدوية مارست ـ رغم ذلك ـ تقنين الاختبارات التجارية التي يتم تطويرها وبيعها كأجهزة؛ لاستخدامها في المعامل الأخرى.

وسائل تشخيص معقدة

شَهِدَ مجال التشخيصات الطبية اختلافات كثيرة عما مضى. فالاختبارات تُستخدَم بصورة متكررة، وفي ظروف عالية المخاطر؛ من أجل اختيار علاجات للمصابين بأمراض خطيرة. ورغم أن بعض الاختبارات المألوفة لا تزال موجودة، أصبحت الاختبارات المعملية غير المعتمدة تُنَفَّذ بصورة متزايدة باستخدام علوم وتقنيات متطورة، وتعطي نتائج معقدة للغاية، حتى إنها تتطلب لوغاريتمات متخصصة لتحليل البيانات وتفسيرها. فعلى سبيل المثال.. ظهرت مسوح أنماط التعبير الجيني والانحرافات الجينية على مستوى الجينوم كوسائل جذابة لاختيار العلاجات للمصابين بالسرطان، لكن يمثل توحيد معايير هذه المسوح في جميع المعامل تحديًا كبيرًا.

تغيَّرت أعمال اختبارات المعامل أيضًا، حيث يتم إجراء العديد من الاختبارات من قِبَل شركات كبيرة تقوم بتسويق منتجاتها. فالاختبار المعروف للطفرات المرتبطة بالسرطان في جِينَي *BRCA1*، و*BRCA2* ـ على سبيل المثال ـ تجريه شركة «ميرياد جينيتكس» في مدينة سالت ليك سيتي، بولاية يوتا، وهو وسيلة غير معتمَدة للتشخيص، لأن نتائجه لا تحلِّلها جهة أخرى مستقلة خارج الشركة. وبينما يتضمن الاختبار عددًا كبيرًا من الأبحاث التي تدعم دِقَّته وتؤكد صحة نتائجه، فهناك اختبارات أخرى عديدة تفتقر إلى هذه الميزة. وبينما تفحص الجهات التشريعية الأساليب والمُعِدَّات العامة في بعض هذه المعامل، فإنها لا تستطيع التحقق من صحة اختبارات معينة تجريها هذه المعامل.

وقد أعلنت إدارة الأغذية والأدوية عن نِيَّتِها تغيير هذه السياسة على الأقل في وقت سابق يرجع إلى عام 2010، وكانت معارضة الشركات والجهات الأكاديمية سريعةً وحادَّة. وحَفَّزَ التأخير الطويل في إصدار السياسة الجديدة لإدارة الأغذية والأدوية شائعات التدخل السياسي. وفي يوليو الماضي، كتب خمسة أعضاء في مجلس الشيوخ الأمريكي خطابًا لمكتب الإدارة والميزانية، الذي يضطلع بمراجعة التشريعات المقترحة، يستفسر عن التأخير في إصدار التوجيهات والسياسات الجديدة لإدارة الأغذية والأدوية.

> **«بإمكان التشريعات المقترَحة أن تضفي الدقة العلمية على مجالٍ أصبح صعب المِرَاس، ومستعصيًا على الضبط».**

وفي خطاب آخر أُرسل في يوليو الماضي، نَدَّدت عدة معامل ـ من معامل الاختبار الأكاديمية ـ بالجهود المبذولة لتقنين الاختبارات التشخيصية، مُعْلِنَةً أنه ينبغي اعتبار هذه الاختبارات كخدمات، وليست كأجهزة. ومن السهل فَهْم بعض أسباب المخاوف التي يشعرون بها، فإدارة الأغذية والأدوية تشتهر بأنها شديدة الالتزام وقليلة الموارد. وإضافة المزيد من الاختصاصات إلى أعبائها ومسؤولياتها تثير الخوف من بطء الإدارة في إصدار قرارات الموافقة؛ مما يجعلها تغدو عقبة أمام الابتكار، بينما تبدأ التقنيات في التسارع والانطلاق.

لحسن الحظ، ربما تُبدِّد بعض الخطط التي كشفت عنها إدارة الأغذية والأدوية هذه المخاوف، فالتشريعات المنظِّمة سيتم طرحها تدريجيًّا؛ لتجنب حدوث توقُّف مفاجئ في الخدمات الطبية المهمة. وترغب الوكالة في التركيز أولًا على الاختبارات التي تحمل أكبر خطر على المرضى. أمّا الاختبارات منخفضة المخاطر واختبارات الأمراض النادرة، فقد يتم استثناؤها من التقنين.

إذا تم تنفيذها بصورة صحيحة؛ بإمكان التشريعات المقترحة أن تضفي الدقة العلمية على مجال أصبح صعب المراس ومستعصيًا على الضبط. يقول بعض موظفي إدارة الأغذية والأدوية إنهم عانوا كثيرًا للتغلب على الإحساس الراسخ بالتراخي والتهاون فيما يتعلق بالاختبارات الطبية، وليس فقط في معامل الأمراض الإكلينيكية. وكان ينبغي إقناع الباحثين بأنّ اختبارات التشخيص تستحق المزيد من الضبط والتدقيق. ولا يدرك الكثير من العلماء حتى الآن أنه على الوكالة أن تُرَاجِع التجارب التي تتضمن اختبارات طبية، على سبيل المثال.. التجارب الإكلينيكية التي تختبر علاجات السرطان على أساس الطفرات الجينية في ورم المريض المشارك. وإذا تَبَيَّنَ أن هذه التجربة محفوفة بالمخاطر، فقد تشترط إدارة الأغذية والأدوية تقديم المزيد من الأدلة على صحة نتائج الاختبار.

يتبرَّم الباحثون أحيانًا من هذه القواعد.. لكن في عام 2010، أنهت جامعة ديوك في دورام، ولاية نورث كارولينا، ثلاث تجارب إكلينيكية، كان الهدف منها تقرير ما إذا كان بإمكان سمات التعبير الجيني أن تتنبأ باستجابات المرضى لعلاجات سرطان الرئة، أم لا. وكانت هذه التجارب تَعتمِد على نتائج تَوَصَّل إليها باحث السرطان أنيل بوتي، وتمّ إلغاؤها بعد أن وجد علماء آخرون عيوبًا في تحليلاته. وهذه العيوب كان من الممكن معرفتها وتأكيدها في وقت مبكر، لو كانت إدارة الأغذية والأدوية قد استُشِيرَت قبل بدء هذه التجارب.

بعرضها تقنين الاختبارات المعملية غير المعتمَدة، تستجيب إدارة الأغذية والأدوية للتغييرات الحاصلة في المناخ الطبي، ويجب على الباحثين أن يحذوا حذوها. ■

ضجيج الاندماج

تهدد التكاليف المتصاعدة لإنشاء المفاعل النووي الحراري التجريبي مشروعات الاندماج البديلة.

تُعَدّ طاقة الاندماج بالمَزْج ما بين منافع مصادر الطاقة المتجددة ـ الطاقة الكهربية النظيفة الخالية من الكربون ـ وأفضل سمات الوقود الأحفوري بأنواعه؛ طاقة متوافرة ليل نهار، دون الاكتراث بالتقلبات الجوية، لكن الواقع أمر مختلف وأكثر تركيبًا. تتطلب طاقة الاندماج تسخين نظائر محددة للهيدروجين أو غيره من العناصر الخفيفة لدرجات حرارة تصل إلى مئات الملايين من الكلفن، حتى تشكِّل بلازما مؤينة، ويتم إحتواء البلازما في حقول مغناطيسية داخل غرفة حلقيّة الشكل؛ حتى تندمج الأَنْوِيَة وتحوِّل الكتلة إلى طاقة.

عانى الفيزيائيون كثيرًا لتسخير طاقة الاندماج لأكثر من ستة عقود. وفي عام 2006 فقط، وقَّع اتحاد دولي على اتفاقية لتدشين العمل على المفاعل النووي الحراري التجريبي ITER، وهو الأول من نوعه المصمَّم من أجل «إشعال» بلازما الاندماج، بحيث تكون قادرة على الحفاظ على احتراقها، وتوليد طاقة أكبر مما تستهلك. بدأ بناء المفاعل النووي الحراري التجريبي منذ عام 2010 في موقع بجوار منشأة الأبحاث النووية بمدينة كاداراش، شمالي مارسيليا، فرنسا، لكن تكاليف البناء تصاعدت بشدة إلى قرابة 50 مليار دولار أمريكي ـ أي 10 أضعاف الرقم الأصلي ـ وتأخَّر الجدول الزمني بمقدار 11 عامًا. وبدلاً من الانتهاء من عملية التشييد بحلول عام 2016، من المتوقَّع البدء في أُوْلَى تجارب المفاعل لحرق البلازما في عام 2027، بشرط أنْ يتمكن فريق عمل المفاعل من التغلب على التحديات الفنية التي تواجهه. تتبع غرفة البلازما بالمفاعل تصميم المفاعل توكاماك Tokamak الذي هيمن على أبحاث طاقة الاندماج منذ السبعينات. والملفات المغناطيسية المتعددة، وحاقنات الوقود، وما شابه ذلك.. تجعل من تصميم توكاماك كبيرًا ومعقدًا.

يُعَدّ العامل الأكثر تحديًا هو الوقود الاندماجي المزمع استخدامه بالمفاعل النووي الحراري التجريبي. وهو بمثابة مزيج من ديوتيريوم نظائر الهيدروجين، والتريتيوم. ويتمتع المزيج بمزيّة الاشتعال عند درجة حرارة 100 مليون كلفن فقط، أي أقل من غيره من أنواع الوقود الأخرى المحتملة، لكنه أيضًا يولِّد أغلب طاقته على شكل نيوترونات، من شأنها إتلاف جدران المفاعل، وجَعْل المفاعل مُشِعًّا؛ مما سيُفْضِي إلى مشكلة أخرى من مشكلات التخلص من النفايات النووية.

> **«يَعِد المفاعل النووي الحراري التجريبي بإمداد العلماء بمعلومات لن تُقَدَّر بثمن في أيّ مفاعل طاقة مستقبلي.»**

بالنظر إلى هذه الحقائق، فإن المسار الحكيم لمؤسسات التمويل العالمية يكمن في دعم الأبحاث المعنية بإيجاد وقود اندماجي بديل، مثل الديوتيريوم – الهيليوم-3، أو بروتون-بورون-11 الذي يتطلب الواحد منهما درجات حرارة أعلى للاشتعال، لكنه يولِّد عددًا محدودًا جدًّا من النيوترونات، وكذا الأبحاث المعنية بإيجاد تصميمات بديلة للمفاعلات، من شأنها أن تكون أبسط، وأقل تكلفةً، وأكثر اتساقًا مع المحطة التي قد تشتريها شركات الكهرباء.

هذا لن يحدث بسبب المفاعل النووي الحراري التجريبي. إن الاتفاقية التي تمهِّد لإعداد المشروع تقتضي أن تسهم كل منظمة من المنظمات السبع الأعضاء في المفاعل النووي الحراري التجريبي (الاتحاد الأوروبي، والصين، والهند، واليابان، وكوريا، والاتحاد الروسي، والولايات المتحدة) بجزء محدَّد من تكلفة الإنشاء، أيًّا كانت. ولقد تركت عمليات الإنتاج المبالَغ فيها برامج الاندماج ترزح تحت وطأة ندرة التمويل، فلم يتبقّ شيء للمفاعل النووي الحراري التجريبي والجهود البحثية الداعمة له.

لقد استطاع الاتحاد الأوروبي ـ المسؤول وحده عن 45.5% من التكلفة ـ مواكبة التكلفة، حيث قام بتحويل أموال من مشروعات أخرى إلى مشروع المفاعل الحراري، لكن نسبة الـ9.1% المسؤولة عنها الولايات المتحدة ـ التي كانت تاريخيًّا الأكثر استعدادًا لتمويل المفاهيم البديلة ـ صادفت فترةً هي الأسوأ على الإطلاق في تاريخها. ففي عام 2009، وبينما زادت تكاليف المفاعل النووي الحراري التجريبي، أخطرت إدارة الرئيس باراك أوباما مديري برنامج الاندماج بوزارة الطاقة الأمريكية بأنه سيتعيَّن عليهم الوفاء بنصيبهم من تكاليف المفاعل النووي الحراري التجريبي، استنادًا إلى ميزانية ثابتة. وخلال الأزمة اللاحقة، أُلغيت جميع برامج أبحاث الاندماج البديل التابعة للوزارة كلها تقريبًا.

استشاط الكونجرس الأمريكي غضبًا.. فقد صوّت مجلس الشيوخ الأمريكي هذا العام على إلغاء إسهام الولايات المتحدة في المفاعل النووي الحراري التجريبي في السنة المالية 2015، رغم أن مجلس النواب صوَّت على استبقاء الإسهام الأمريكي عن طريق تعزيز ميزانية الاندماج. وسيتعيَّن التوفيق بين هذين القرارين المتعارضين في الميزانية النهائية. أمّا في الوقت الراهن، وبعد تعليمات من الكونجرس الأمريكي بخصوص تسوية ميزانية العام المنصرم، عقدت وزارة الطاقة اجتماعًا للجنة من العلماء؛ لوضع خطة استراتيجية تمتد لعشرة أعوام لأبحاث طاقة الاندماج، وهي الخطة التي لم تتبعها الوزارة لسنوات عدة.

يتيح هذان النشاطان مخارج للكونجرس ووزارة الطاقة؛ لاستعادة بعض التمويل المخصَّص لأبحاث الاندماج البديل. وتتضمن المشروعات الأكاديمية الجديدة بالبحث تصميمًا مبسَّطًا بشكل استثنائي لمفاعل طاقة اندماج، طوَّرَه توماس جاربو وفريقه بجامعة واشنطن بمدينة سياتل، فهم يعتقدون أنه يمكن بناؤه بعُشْر تكلفة المفاعل توكاماك. ومن بين الشركات الناشئة التي تعمل في مجال الاندماج المحدود والجديرة بالدراسة، تمهيدًا لحصولها على منحة فيدرالية للأعمال الصغيرة: «شركة لورانسفيل بلازما للفيزياء» Lawrenceville Plasma Physics في مدينة ميدلساكس، ولاية نيوجيرسي، حيث تحاول استغلال التكوين المعروف باسم «تركيز البلازما الكثيفة» dense plasma focus؛ لبناء مفاعل مختزل جدًّا، لا يُصْدِر أيّ نيوترونات.

ماذا عن المفاعل النووي الحراري التجريبي؟ رغم كل المشكلات التي تعيبه، يَعِد المفاعل النووي الحراري التجريبي بإمداد العلماء بمعلومات متعمقة عن الطبيعة الفيزيائية للبلازما الملتهبة... معلومات لن تُقَدَّر بثمن في أيّ مفاعل طاقة مستقبلي، أيًّا كان تصميمه. وبتحقيق التوازن المراد، وعلى فرض عدم حدوث أيّ حالات تأخُّر أخرى، أو مفاجآت في التكلفة، مِن المفترَض أن تستمر الولايات المتحدة وشركاؤها الآخرون في دعم المفاعل النووي الحراري التجريبي، لكنْ يجب ألّا تسمح تلك الدول بالوصول بطاقة الاندماج إلى نهاية مسدودة. ■

أعمال مريبة

تأخير الموافقة على سَمَك السلمون المعدَّل وراثيًّا ربما يُعَدّ دلالة على أن القادم أسوأ.

كانت الحالة الشعورية في شركة «أَكْوَابَاوِنْتِي تِكْنولُوجِيز» AquaBounty Technologies تفيض بالبهجة والتفاؤل منذ عام؛ حيث أصدر المراقبون مسودة تقييم لسَمَك السلمون المعدَّل وراثيًّا، الذي تنتجه الشركة، والقادر على النمو بسرعة تفوق المعدل الطبيعي، تقول إنّ ذلك السَمَك غير ضار بالبيئة. وبعد مرور بضعة أشهر على انقضاء فترة التعليق على مسودة التقييم، بدأت الشركة في استزراع ما يزيد على ستة آلاف كيلو جرام من سَمَك السلمون في المنشأة المملوكة لها في بنما، وذلك في انتظار الموافقة النهائية من جانب إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية (FDA)، التي من شأنها فتح الباب على مصراعيه أمام السماح بعَرْض ذلك السَمَك على أرفف المتاجر.

هذا التفاؤل يرقد حاليًّا مدفونًا بجوار السَمَك الذي تم التخلُّص منه عندما تأخر وصول الموافقة. وتقول إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية إنها ما زالت تقوم بمعالجة ما يزيد على خمسة وثلاثين ألفًا من التعليقات العامة التي وردت إليها في صورة ردود على مسودة التقييم، لكن فيما يخص شركة أكواباونتي ـ الواقعة في مينارد بولاية ماساتشوستس ـ فإن ذلك يمثِّل الحلقة الأحدث فقط في سلسلة طويلة من عمليات التأخير والتأجيل المستمرة على مدار ما يقرب من عشرين عامًا (انظر: *Nature* **497**, 17-18; 2013). وقد أجرت إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية كثيرًا من المداولات والمناقشات الخاصة بذلك الموضوع خلف الأبواب المغلقة؛ مما زاد من حالة الارتباك والحيرة فيما يتعلق بالأسباب الكامنة وراء عمليات التأخير، كما سَرَتْ شائعات تشير إلى وجود تدخلات سياسية.

وبينما تستمر التأخيرات والتأجيلات، فقد عفا الزمن على التقنية التي استخدمتها شركة «أكواباونتي» في استيلاد سَمَك السلمون. وفي ظل حالة الاضطراب الراهنة بشأن عملية تعديل الجينات المستهدَفة التي تتيح للباحثين تعديل جينات فردية، بدون أن يتركوا أيّ آثار من الحامض النووي الغريب، فإن سَمَك السلمون الذي تقوم باستزراعه شركة «أكواباونتي»، والذي يحتوي على جين من نوع آخر، يبدو كما لو كان أثرًا من الماضي.

إنّ التجربة التي خاضتها الشركة ربما تحمل رسالة تحذيرية، فحتى الآن لم تعلن إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية عن الكيفية التي من خلالها سوف تُقيِّم الحيوانات التي يتم استيلادها بأساليب تعديل الجينات. ومرة أخرى تدور المناقشات التي تجريها تلك الإدارة في سرية تجعل الباحثين الذين أصابهم الإحباط يتساءلون عمّا إذا كانت ثمار تلك التقنيات ستَلْقَى المصير نفسه الذي لقيه سَمَك السلمون المحاصر. إنّ إدارة الأغذية والأدوية الأمريكية ينبغي عليها أن تتعلم من تجارب الماضي وخبراته، وأن تطرح تلك المناقشات والمداولات أمام الرأي العام، وأن تُنَحِّي الاعتبارات السياسية جانبًا. ■

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عقبات على طريق الثقة

تَفَشِّي فيروس الإيبولا يُلْقِي الضوءَ على صعوبات تنفيذ تدابير الصحة العامة.

أسفر تَفَشِّي فيروس الإيبولا في غرب أفريقيا ـ الذي اندلع في شهر ديسمبر الماضي في غينيا، ثم انتقل بعد ذلك إلى ليبيريا، وسيراليون ـ عن 779 حالة إصابة بالفعل، بما فيها 481 حالة وفاة، وهو ما يجعل منه أكبر بكثير مما سبق. ولذا.. فقد حظي بتغطية إعلامية واسعة على مستوى العالم.

ليس من الصعب تفسير الاهتمام الشديد بمرض الإيبولا، فالفيروس بإمكانه أن يقتل ما يصل إلى 90% من الأشخاص المصابين بالعدوى، بل إنه يؤدي إلى ميتة فظيعة، تَظْهَر أعراضها المبدئية في شكل حُمَّى وألم في العضلات، يعقبها قيء وإسهال، وتلف في الكليتين والكبد، وأحيانًا نزيف داخلي وخارجي غزير. وعلى الرغم من هذه الأعراض المأساوية، فإن هناك حاجة إلى منظور أعمق. فمنذ اكتشاف الفيروس لأول مرة في زائير (التي تُعرف حاليًا باسم جمهورية الكونغو الديمقراطية)، اندلعت بضع عشرات من الفاشيات في أوقات متفرقة، ولكن غالبية تلك الفاشيات كانت محدودة النطاق، واقتصرت بشكل كبير على منطقة وسط أفريقيا فحسب.

والإيبولا مرض نادر الحدوث، تَسَبَّبَ على مدار نحو أربعين عامًا في ما يقرب من ألفي حالة وفاة. وعلى الرغم من أنه حتى لو حدثت حالة وفاة واحدة مبكرة، فإن ذلك أكثر بكثير مما يجب، فإن هناك فارقًا شاسعًا بين عدد الوفيات الناتجة عن الإيبولا، والملايين الذين يلقون حتفهم كل عام في القارة الأفريقية، نتيجةً لأمراض معدية أخرى (تتضمن فيروس نقص المناعة البشرية، والملاريا، والإنفلونزا، إلى جانب الحصبة، والإسهال، ومرض الإلتهاب الرئوي) نادرًا ما تحظى جميعها بمثل ذلك الاهتمام من وسائل الإعلام. كذلك لا يمثِّل فيروس الإيبولا سوى تهديد محدود للغاية للمسافرين والأفراد الذين يكونون خارج المنطقة المصابة بالعدوى، طالما قاموا باتخاذ الاحتياطات الأساسية ضد العدوى.

وعلى ما يبدو.. فإن فيروس الإيبولا يمثِّل تهديدًا محدودًا أو منعدمًا لإمكانية وقوع جائحة. وعلى عكس اندلاع فاشية لسلالة جديدة من الإنفلونزا الجائحة، يكون من المستحيل احتواؤها، ينتقل فيروس الإيبولا بشكل ضعيف ما بين البشر. فانتقال المرض يتطلب اتصالًا مباشرًا بسوائل الجسم الخاصة بالأشخاص المصابين بالعدوى، مثل اللعاب، أو البراز، أو الدم. وهذا يعني أيضًا أنه مع عدم وجود لقاح مرخَّص به لفيروس الإيبولا، فإن إيقاف تَفَشِّي فيروس الإيبولا في مهده ينبغي أن يكون ـ من حيث المبدأ ـ أمرًا واضحًا ومباشرًا. ويمكن السيطرة على المرض من خلال تدابير الصحة العامة بمفردها، مثل الرقابة المشدَّدة، وتشخيص حالة الأفراد المصابين بالعدوى والأشخاص المخالطين لهم، وفرض الحَجْر الصحي الفوري على الحالات المصابة بالعدوى، وغيرها من الوسائل الأساسية لمكافحة العدوى.

ولا توجد معلومات أكيدة بشأن كيفية ظهور التفشي الأخير، فخفافيش الفاكهة التي تمثِّل مستودعًا محتمَلًا لفيروس الإيبولا تعيش في الغابة النائية في جنوب شرق غينيا، حيث تم الإبلاغ عن اندلاع تلك الفاشية للمرة الأولى. ويُعتقَد أن المرض قد انتقل إلى البشر من خلال ملامسة لحوم الأدغال الملوثة، أو مخالطة الرئيسيات المصابة بالعدوى. ومع ذلك.. فإن التفشي الأخير الذي يصيب المجتمعات الحضرية كثيفة السكان في الوقت الحاضر محرِّكه الأساسي انتقال العدوى من شخص إلى آخر عن طريق بعض الأمور، مثل ممارسات الدَّفْن التقليدية التي تتضمن ملامسة الجثث، أو المرضى الذين لا يحصلون على الرعاية اللازمة أو لا يبحثون عنها، أو عدم كفاية التدابير الأساسية لمكافحة العدوى.

> **«إيقاف تفشي فيروس الإيبولا في مهده ينبغي أن يكون، من حيث المبدأ، أمرا واضحا ومباشرا»**

ولا بد من الإشارة إلى الصعوبات الهائلة التي تعترض تنفيذ تدابير الصحة العامة الضرورية في غينيا، وليبيريا، وسيراليون، التي تُعَدّ من بين أفقر البلدان على مستوى العالم. ولأن الناس في تلك المناطق غالبًا ما يكونون من الفقراء، بالإضافة إلى انتشار الأُمِّيَّة بين كثير منهم، فليس من السهل توعيتهم بعوامل الخطر لمرض الإيبولا، وتدابير مكافحة العدوى المطلوبة، خاصةً عندما يُمْكِن للمرض ـ إضافة إلى السترات الواقية من المخاطر البيولوجية التي يرتديها عمال الرعاية الصحية ـ أن يبعث الذعر في قلوب المجتمعات المصابة بالعدوى. وهناك تقارير تفيد بأنّ بعض هؤلاء العمال تعرَّض لهجمات من المواطنين المحليين الذين ساورتهم الظنون بأنّ هؤلاء العمال هم الذين جلبوا المرض معهم.

وكما هو الحال في المقاومة الاجتماعية لِلّقاحات، حتى في أكثر البلدان ثراءً، فأحيانًا تستمر الأمراض في جلب الاعتلال والموت، ليس فقط بسبب نقص في الأدوات اللازمة لإيقافها ومحاربتها، وإنما أيضًا بسبب صعوبات التوعية بتدابير الصحة العامة، وصعوبة التغلب على المعتقَدات التي تضرب بجذورها في تلك المجتمعات، ولكنها في غير موضعها. ■

أُمُورٌ بحاجة إلى التفكير فيها

لا ينبغي على الباحثين الذين يدرسون الممارسات الزراعية المختلفة أن ينحازوا إلى طرف على حساب آخر..

بعض الجدل يستمر طويلًا.. ففي الشهر الماضي، وَجَدَ تحليلٌ ما أنّ مجموعة مختارة من الأغذية المزروعة عضويًّا احتوت ـ في المتوسط ـ على تركيزات من المركَّبات المضادة للأكسدة، التي يُفترَض أنها مفيدة، بدرجة أعلى من نظيراتها من الأغذية المنتَجة بطرق الزراعة التقليدية (M. Barański *et al*. *Br*. *J*. *Nutr*. http://doi.org/tqs; 2014).

لا يزال هذا المجال محدودًا نسبيًّا، ومن الممكن أن تتنوع جودة الأبحاث فيه وتختلف. وهذا التحليل السابق ذكره يَستنِد إلى الأبحاث السابقة، ويطوِّر منها، من خلال تقييم شامل للوضع الحالي؛ ويخرج ببعض النتائج التي تتطلب المزيد من البحث والتقصي. ومع ذلك.. ما زال كثيرون من علماء التغذية البارزين يعربون عن انتقادهم المستنِد إلى حقائق للمنهج والتحليل الإحصائي المستخدَم في تلك الورقة البحثية (انظر: go.nature.com/ikx15z)، بل إنهم أثاروا عدة مخاوف بشأن الدقة العلمية لبعض الأبحاث المبدئية التي تتضمنها تلك الورقة.

تبحث الدراسةُ جميع الأدلة والبراهين المتاحة حتى الآن، لكنْ في مجال يمكن فيه لجودة الأبحاث أن تخطئ أحيانًا وأن تصيب في أحيان أخرى، مِن الأفضل التزام جانب الحذر. ربما كان بمقدور مؤلفي الورقة البحثية أن يجنوا مزيدًا من الثقة في نتائجهم، لو أنهم كانوا أكثر دقة في اختيارهم وأكثر انتقائية، لكن ذلك الاختيار سيطرح حتمًا بعض الأسئلة بشأن كيفية تنفيذه.

جدير بالذكر أنّ هناك مسألة أكبر تكمن وراء الجدل الناشئ حول هذه الدراسة بعينها، التي دافع عنها المؤلفون، فهناك بعض الأسئلة الجوهرية التي لا يمكن لمثل هذه النوعية من الأبحاث الإجابة عنها، رغم أن الطريقة التي تم من خلالها تفسير النتائج عبر الإعلام السائد تشير إلى وجود فوائد واضحة للزراعة العضوية.

تسعى الدراسة نحو بحث كيف تؤثر الأساليب الزراعية المختلفة على الجودة الغذائية للمُنتَج. وهي مسألة لها أهميتها.. ويتسع المجال بوفرة لإدخال تحسينات على نظام الزراعة التقليدي، وعلى الجودة الغذائية للنظم الغذائية التي يَتَّبِعها كثير من الأفراد. وحتى الآن، كل شيء يسير على ما يرام.

كما تشير الورقة البحثية أيضًا إلى الصلة ما بين التركيزات الغذائية المتزايدة من المركبات المضادة للأكسدة، مثل الأحماض الفينولية والفلافونول، وانخفاض خطر الإصابة بالأمراض المزمنة، بما فيها بعض أنواع مرض السرطان. ومع ذلك.. فإن الأدلة المتوفرة على وجود تلك الصلة مُشَوَّشَة ومختلطة، وفي أحسن الأحوال.. مبدئية وغير مؤكَّدة. السؤال الأكثر أهمية لا يتعلق بمستوى مضادات الأكسدة في الأغذية العضوية، أو غير العضوية، وإنما بمدى تأثير ذلك على الصحة.

كذلك من غير الواضح ما إذا كانت الممارسات الخاصة بالزراعة العضوية هي السبب وراء زيادة معدلات تركيز مضادات الأكسدة التي تتم ملاحظتها، أم لا. ويمكن للأبحاث أن تسهم ـ على سبيل المثال ـ في تحديد ما إذا كانت المحاصيل العضوية ـ غير المعالجة بمبيدات الآفات ـ تُطْلِق عددًا أكبر من المركَّبات الفينوليّة، كوسيلة دفاعية ضد الآفات والمُمرِضات، أو من المحتمَل أن تكون الأسمدة النيتروجينية التي يتم استخدامها للمحاصيل التقليدية تحفِّز النمو، بدلًا من إنتاج تلك الدفاعات الكيميائية.

لا شك أن لهذه المناقشة فوائدها، لكن في الوقت ذاته من الصعب الخوض فيها، بناءً على أسس محايدة. فغالبًا ما تبدو الأبحاث التي تُجرَى على النظم الزراعية المختلفة مِثل مسابقةٍ تتنافس فيها ممارسة معينة ضد أخرى، وفيها أيضًا يتحتم على الباحثين الانحياز إلى طرف على حساب الآخر، لكنْ ينبغي أن يظل العِلْم مُرَكِّزًا على لُبّ المسألة وجوهرها، ألَا وهو توفير المزيد من الطعام المغذِّي لعدد أكبر من الناس، وبطريقة أكثر استدامةً. ■

NATURE.COM
للتعليق على المقالات، اضغط على المقالات الافتتاحية بعد الدخول على الرابط التالي:
go.nature.com/xhunqv

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية


DAVID SHAFFER

إساءة الحُكْم على الآخرين ستقف في طريق إجراء تجارب البحوث الاجتماعية في العلن

تقول **ميشيل ماير** إن الدراسة التي قام بها موقع فيسبوك وتَلاعَب فيها بالخلاصات الإخبارية للمستخدمين لم تكن غير أخلاقية تمامًا، لكنها قدمت لنا إضاءات قَيِّمَة في مجال السلوك الاجتماعي.

وَصَفَ بعض علماء الأخلاقيات البيولوجية الدراسة الحديثة من قِبَل موقع «فيسبوك» عن سلوك المستخدمين بأنها «مشينة»، و«تنتهك أخلاقيات الأبحاث المقبولة»، و«لم يكن ينبغي إجراؤها قط».

أكتبُ هنا بالتعاون مع خمسة من زملائي بالإنابة عن 27 من علماء أخلاقيات بيولوجية آخرين لمعارضة هذه الإدانات الكاسحة (انظر: go.nature.com/my5lvz).

ونحن نتبنى هذا الموقف، لأن النقد اللاذع الذي وُجِّه إلى هذه الدراسة كان يمكن أن يكون له أثر مروع على الأبحاث القَيِّمَة، كما أنه يرسّخ لفرضية أن البحث العلمي أمر خطير.

عندما يسجِّل المستخدِم العادي دخوله على موقع «فيسبوك»، يقوم الموقع تلقائيًّا باختيار 300 تحديثات حالة من أصل 1500 أخرى محتملة، لعرضها على خلاصاته الإخبارية. هذا التلاعب الذي يحدِّد عادةً احتمالات استعراض المستخدمين لمحتوى مشحون عاطفيًّا يهدف إلى تعظيم تواصل المستخدمين ونشاطهم، وهي الطريقة التي يستطيع بها موقع «فيسبوك» عرض خدمة مجانية؛ وتحقيق أرباح في آن واحد، ولكن كيف يؤثر ذلك على أمزجة المستخدمين؟

لا أحد يعرف ما إذا كان التعرض لفيض من الأخبار الملخصة، وإعلانات الوظائف الشاغرة، والتعليقات المتفاخرة المتواضعة يُشْعِر المستخدمين بالحزن، أو يجلب لهم السعادة. هذه تجربة اجتماعية، يتحول فيها المستخدمون إلى فئران تجارب، لكن لن تُعرف آثارها إلا بالخضوع للدراسة.

لمدة أسبوع كامل في يناير 2012، حاول عالِم متخصص في البيانات من موقع «فيسبوك»، بالإضافة إلى باحثين من جامعة كورنيل في إيثكا بمدينة نيويورك، إخضاع مستخدمي الموقع للدراسة. فمن بين ملايين الملايين من المستخدمين الذين يسجلون دخولهم كل يوم، انتقى العلماء 310 آلاف مستخدم. وقام برنامج أوتوماتيكي ـ ليس كما أُشيع عن قراءة الباحثين للخلاصات الإخبارية للمستخدمين ـ بترميز تعليق على اعتبار أنه «إيجابي» أو «سلبي» إذا كان يحتوي على كلمةٍ مفردةٍ ما توضح ذلك.

وبعدها قام الموقع بتعديل لوغاريتماته لفرز 10%-90% من المحتوى الإيجابي من نصف هذه الخلاصات الإخبارية، ومن النصف الآخر كمية موازية من المحتوى السلبي (A. D. I. Kramer, J. E. Guillory and J. T. Hancock *Proc. Natl Acad. Sci USA* **111**, 8788-8790; 2014) وكان لهذه التجربة أثر في تركيز الخلاصات الإخبارية بمحتوى سلبي وإيجابي على الترتيب.

يقول البعض إن موقع فيسبوك «تَلاعَب بعقول الناس عن عمد». ربما كان هذا صحيحًا، لكن هذا ليس خروجًا على المألوف.. فالدراسة لم تنتهك خصوصية أحد، ومحاولة الارتقاء بتجربة المستخدمين تتسق مع علاقة الموقع برُوَّاده.

صحيحٌ أن الموقع عدّل من لوغاريتماته لمصلحة الدراسة، لكنه يقوم بذلك طوال الوقت، ولم يكن من المعلوم أن هذا التعديل يزيد من الخطر الذي يتعرض له أيٌّ من المشاركين. أوحت الدراسات الأكاديمية بأن المستخدمين يصيبهم الحزن جرّاء التعرض لتعليقات إيجابية (E. Kross *et al*. *PLoS ONE* **8**, e69841; 2013). وأشارت نتائج دراسة «فيسبوك» إلى العكس؛ فالمستخدمون الذين يتعرضون لمحتوى أقل إيجابية، قلصوا بدرجة طفيفة جدًّا من استخدامهم للألفاظ الإيجابية، وزادوا من استخدامهم للألفاظ السلبية.

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/my5lvz

لا نعلم ما إذا كان ذلك مرجعه أن السلبية «مُعدية»، أم لأن شكاوى الآخرين تفسح لنا المجال كي نساير المشاعر السلبية التي تموج في صدورنا بالفعل. يوحي التفسير الأول ببعض مخاوف الصحة العامة، بينما يعزز التفسير الثاني إدراكنا أنّ السلوك البشري يتشكل بفعل المعايير الاجتماعية. ولتحديد أيّ الفرضيّتين أدق، ينبغي على موقع «فيسبوك» والمتعاونين الأكاديميين إجراء المزيد من الدراسات، لكن ردود الأفعال العنيفة التي تلقتها هذه الدراسة ـ وبعضها بدا وكأنه جاء دون دراية وافية بما كانت تنطوي عليه الدراسة، أو ما تقتضيه المعايير القانونية والأخلاقية ـ من الممكن أن تفضي إلى إجراء مثل هذا النوع من الأبحاث في الخفاء، أو الإعراض عنها بالمرة.

> ردود الأفعال **العنيفة** التي تَلَقّتها هذه الدراسة من الممكن أن تفضي إلى إجراء مثل هذا النوع من الأبحاث **في الخفاء.**

لنكن واضحين.. إذا كان المنتقدون للدراسة يعتقدون أن التلاعب بالمحتوى الشعوري في هذا البحث جدير وحده بالرقابة والتقنين، أو يستحق أن يتهم تُهَمًا غير أخلاقية، فمن المنطقي أن ينطبق مصدر المخاوف نفسه على الممارسات القياسية لموقع «فيسبوك»، والكثير من الممارسات الشبيهة لشركات ومنظمات غير ربحية وحكومات، لكن إذا كان من الجائز أخلاقيًّا أن يقدم موقع «فيسبوك» خدمة تحمل في طياتها مخاطر شعورية مجهولة، وتنطوي على تعديل هذه الخدمة؛ بُغية تحسين تجربة المستخدم، فينبغي السماح لها، بل وتشجيعها على محاولة تحديد كمية هذه الأخطار، ونشر نتائجها.

لقد حدثت جَلَبَة مبالَغ فيها بخصوص مسألة الموافقة المستنيرة التي لم يحصل عليها الباحثون. وهنا، نشأ خلاف حتى بيننا نحن الستة. بعضنا يعتقد أن الإجراءات كانت متسقة مع توقعات المستخدمين المعقولة من موقع «فيسبوك»، وأن الحاجة لم تكن تستدعي موافقة صريحة. وحاجج آخرون بأن البحث إما مَثَّل خطورة طفيفة، أو لم يمثل خطورة تصاعدية، وأن الموافقة المستنيرة كان من المحتمل أن تفضي إلى نتائج متحيزة؛ في تلك الظروف، تسمح الإرشادات الأخلاقية ـ كالتشريعات الأمريكية للأبحاث على البشر ـ للباحثين بتجاهل عناصر الموافقة المستنيرة بقدر كبير، أو على الأقل تعديلها.

وعلى الرغم من أن موافقة أي مجلس مراجعة مؤسسي على هذه الدراسة لم تكن مطلوبة قانونيًّا، كان من الأفضل لكل المشاركين لو التمس الباحثون مراجعة أخلاقية، واستخلصوا المعلومات من المشاركين بعد ذلك.

لقد كانت تجربة موقع «فيسبوك» مثيرة للجدل، لكنها لم تكن انتهاكًا مشينًا للأخلاق أو للقانون. ويساعد المنهج العلمي الدقيق على استخلاص المعلومات التي نحن بحاجة إليها لفَهْم عالمنا، ومعرفة كيف يؤثر فينا، وكيف تؤثر أنشطتنا في الآخرين. هذا.. وقد يُسمح لموقع «فيسبوك» وغيرها من الشركات بالتنقيب في بياناتنا ودراسة سلوكنا لأغراض ربحية شخصية، لكن توقيع عقوبات عليها لإتاحة بياناتها للآخرين للاطلاع عليها والتعلُّم منها لا يفيد أحدًا أيضًا. ■

ميشيل ماير مديرة قسم سياسة الأخلاقيات البيولوجية بكلية يونيون للدراسات العليا، كلية طب إيكان ببرنامج ماونت سيناي للأخلاقيات البيولوجية في نيويورك.
البريد الإلكتروني: michellenmeyer@gmail.com

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

نظرة شخصية على الأحداث



لا تستدعي كافة الانتحالات العلمية سَحْبَ الأبحاث المنشورة

يقول **برافين تشادا** إن الأوراق البحثية التي تنتحل النص فقط يمكنها ـ رغم ذلك ـ الإسهام في المواد المطبوعة، لكنْ يتعين تصحيح أي أخطاء أو أجزاء محذوفة منها بشكل واضح.

أَفْضَت السهولة التي يمكن بها مسح كميات كبيرة من النصوص رقميًّا ومقارنتها بما نُشر من قبل، إلى تأسيس هيئة أكاديمية رقابية جديدة. وقد فتحت برامجُ الكشف عن الانتحال البابَ على مصراعيه للتدقيق في المنشورات العلمية لغير الخبراء، وأمست النصوص التي نُسخت ولُصقت دون أن تُنْسَب إلى مصادرها على النحو اللائق داعيًا عاديًّا لسحب الأوراق البحثية. وقد أسهم الهواة والمعارضون السياسيون ـ من خلال التنقيب في السجلات القديمة الخاصة بأبرز الشخصيات؛ التماسًا لدليل على هذه التصرفات المضلِّلة ـ في وجود صناعة صغيرة ـ لكن مزدهرة ـ في هذا المجال.

يُعَدّ الانتحال بهذه الطريقة أمرًا ينافي الأخلاق. وهو شكل من أشكال سوء السلوك، لكن العلماء ليسوا مؤلفين. إننا نُقيِم وزنًا لأصالة الأفكار أكثر من أصالة اللغة. وهناك تجاوزات أسوأ بكثير من انتحال النصوص، كأن يَنسِب المرءُ الفضلَ في أفكار بحث الآخرين إليه، ويسرق نتائجهم التي انتهوا إليها. وهذا النوع من الانتحال أصعب في الكشف عنه من انتحال النصوص، ومن ثم فقد لقي اهتمامًا أقل. إنّ هذا الوضع يجب أن يتغير. وللمساعدة في إنجاز ذلك، من الممكن مثلاً أن تُبَدِّل الدوريات الأكاديمية من الطُّرُق التي تفرض بها رقابة على تلك الحالات وتتفاعل معها.

وبالنسبة إلى العلماء، يَفُتّ انتحال الفكرة في عضد البحث، باعتباره مشروعًا إبداعيًّا. والفكرة يمكن أن تكون فرضيّة لتفسير مشاهدات أو تجربة مصممة لاختبار فرضيّة ما. ومن الصعب إماطة اللثام عن هذا النوع من الاحتيال، إلا إذا اقترف المؤلفون المنحرفون زَلّات عارضة، أو إذا لازم هذا النوع من الانتحال انتحالٌ للنص عينه، ولقد وقعتُ ضحيةً لكلا النوعين.

أمّ عن الواقعة الأولى، فحدث أنْ نَشَرَ العلماءُ ورقةً بحثية في دورية للفيزياء، أخفقَتْ في أنْ تَنْسِب لي ولزملائي الفضل على الطريقة التي ابتكرناها لاختبار فكرتنا الخاصة بحالة الزجاج المغناطيسي. أطلقنا على هذه الحالة اسم التبريد والتسخين في مجال غير متساوٍ (CHUF)، وكان من الممكن أن تمر عملية الانتحال، دون أن يلاحظها أحد، لو لم ينسخ المؤلفون المنحرفون الأحرف الاستهلالية لبروتوكولنا. بعد أن تَقَدَّمنا بشكوى، نشرت الدورية تصحيحًا سريعًا من المؤلفين، الذين اعتذروا واعترفوا بأننا نشرنا الفكرة أولًا.

وفي الواقعة الثانية، نسخَتْ مجموعة أخرى من المؤلفين واحدةً من أفكارنا كما هي، إضافة إلى أجزاء كبيرة من النصوص. وفي هذه الحالة، عَلَّقَ التصحيحُ على جانب الانتحال النَّصِّي فحسب.

وهناك نوع ثالث للانتحال؛ هو انتحال النتائج. وهذا شكل جديد من أشكال الاحتيال، لا تُجرى فيه التجارب المزعومة عادةً. وفي انتحال النتائج، يمكن للعلماء تكرار تجربة ما، والحصول على بيانات صحيحة. بالطبع هذا النوع من النسخ سمة مفيدة وشائعة للعلم، لكن التضليل ينبع من الإخفاق في ذِكْر العمل الأصلي.

إنّ نَسْب الفضل للذين أنجزوا العمل الأصلي أمرٌ جوهري. فنَسْبُ الفضل قوة دافعة للبشر، وجودة الفكر الأصلي أحد السبل الأساسية للحكم على جهود العلماء، وتحديد مَن أحرز تقدُّمًا فيهم في مجال عمله.

في رأيي الشخصي، العلماء الذين ينتحلون أفكار ونتائج الآخرين عادةً ما يكونون باحثين مخضرمين يمكنهم تقييم صحة العمل المنشور، وربما لديهم أعمال منشورة مقبولة ومستشهَد بها خاصة بهم.

كيف يمكن التعامل مع هذه المشكلة؟ من المهم تقييم عِلّة وكيفية انغماس العلماء في هذه الأشكال الثلاثة للانتحال. قد يحدث النَّسْخ النَّصِّي في مقدمة ورقة بحثية أو فقرة ختامية ببساطة؛ لأن المؤلفين لم يكونوا متمكنين من اللغة بالقدر الكافي ـ وعادةً ما تكون الإنجليزية ـ الذي يسمح لهم بالتعبير عن المفهوم بطريقة مختلفة، أو ربما طالعوا أعمالاً سابقة تركت في اللاوعي لديهم بصمةً لا تنمحي بسهولة. وهذا (تفسير متساهِل، ولا ينطبق على ما ذُكِر إذا كان النسخ مستفحلًا). يمكن أن تكون أمثلة الانتحال هذه كافية لبعض الدوريّات أن تسحب ورقة بحثية، لكنْ مَنْ الذي يستفيد من العقاب؟ إذا أُجريت التجارب كما هو منصوص، وإذا نُسِبَ الفضل إلى أصحابه؛ فستتسم النتائج الواردة في الورقة البحثية المضلِّلة بالقوة؛ وستفيد المجال العلمي الذي تتناوله.

> من المهم **تقييم** علة وكيفية انغماس العلماء في هذه **الأشكال الثلاثة للانتحال.**

يمكن أن تشير النصوص الثانوية في أقسام المناهج والنتائج إلى حالة أكثر جَسَامةً من الانتحال، ألا وهي انتحال الأفكار والبيانات. ولا يمكن لبرامج الكمبيوتر أن تحدِّد ما إذا كان هذا هو الحال، أم لا؛ فهذا يتطلب أعين فاحصة لخبراء مستقلين.

إنّ المؤلفين الذين انتحلوا أفكارًا أو نتائج تجاوزوا خطًّا أخلاقيًّا خطيرًا، وينبغي رَدْعُهم وعقابهم من قِبَل المؤسسات المسؤولة عنهم، وكذا غيرهم ممن يرتكبون أية أعمال مخالفة للسلوك المحمود، لكن هل تستدعي الحاجة سَحْبَ الأوراق البحثية المضلِّلة كما تُصِرّ دوريات علمية عديدة حاليًا؟ أظنُّ أن ذلك سيؤدي إلى سحب النتائج الجديدة والمفيدة من السجلات العلمية.

وإذ أتكلمُ من منطلق كوني ضحية سابقة للانتحال، فإنني أعتقد أن تصحيح الورقة البحثية المضلِّلة كافٍ. ويجب أن يوضِّح لفظ التصحيح أن الجريمة المرتكبة هي الانتحال، لا الاحتيال، وتتضمن إشارة مرجعية إلى العمل الأصلي. والأهم من ذلك.. أن التصحيح ينبغي أن يُرفَق بملف PDF للورقة البحثية، بحيث تتضمن كل عملية تحميل التصحيح أيضًا. إنّ هذا يحدث بالفعل، لكن ليس بالقدر الكافي؛ فهناك دوريات علمية كثيرة توفِّر رابطًا فوريًّا على شبكة الإنترنت فحسب للتصحيح. وإذا لم يلاحظ المستعرضون للبحث ـ ومِن بينهم المحكِّمون المستقبليّون ـ هذا الرابط؛ فسيستمر إفساد التدفق العلمي للأفكار، والإخفاق في نَسْب الفضل إلى أصحابه. أما إذا تم تسليط الضوء على التصحيحات، فمن الممكن أن تجنُّبنا حالات الانتحال في المستقبل. ■

برافين تشادا فيزيائي متخصص في فيزياء المواد المكثفة، ومدير أسبق للجنة المِنَح الجامعية ـ قسم رابطة الطاقة الذرية للبحث العلمي في إندور، الهند.
البريد الإلكتروني: chaddah.praveen@gmail.com

NATURE.COM
يمكنك مناقشة هذه المقالة مباشرة من خلال:
go.nature.com/dlpe6j

أضــواء على الأبحـاث مقتطفات من الأدبيات العلميـة

علم الفَلَك

الكواكب الخارجية التي لم تكن بكواكب

اتضح أن بعض الكواكب الخارجية الأولى المرشحة لتؤوي عوالم صالحة للسكن كان مجرد سرابٍ، صوّرته مغناطيسية النجوم التي تستضيفها.

وقد لاحظتْ دراسات سابقة تغييرات صغيرة في حركة النجم Gliese 581، وخلصت إلى وجوب دوران خمسة كواكب على الأقل حوله. وكان يُعتقد أن اثنين من هذه الكواكب ـ ويُطلَق عليهما اسم GJ 581d وGJ 581g ـ يقعان على مسافةٍ مِن شأنها أن تسمح بوجود ماء سائل على سطحهما. وعندما درَس فريقٌ من الباحثين بقيادة بول روبرتسون ـ من جامعة ولاية بنسلفانيا في يونيفرسيتي بارك ـ انبعاثات الهيدروجين في طيف النجم؛ اكتشفوا اضطرابات مغناطيسية داخل Gliese 581.

تحاكي هذه التغيرات المغناطيسية ـ بدورانها حول النجم ـ الإشارة التي قد ينتجها وجود كوكب خارجي، وهي ـ على الأرجح ـ ما ضَلَّلَ الباحثين السابقين.

Science **http://doi.org/th6 (2014)**

STEVE CAVALIER/ALAMY



الزراعة

الاحترار العالمي قد يَضُرّ محاصيلَ

قد يعرِّض احترارُ المناخ الإمدادات الغذائية للخطر على مدى العقد أو العقدين القادمين. فباستخدام توافيق مختلفة من نماذج المناخ، قارَن ديفيد لوبيل ـ من جامعة ستانفورد، كاليفورنيا ـ وكلوديا تيبالدي ـ من المركز الوطني لأبحاث الغلاف الجوي في بولدر، كولورادو ـ بين الإنتاجية المتوقَّعة لمحاصيل الذرة والقمح، المزروعة في ظل تقلُّبات مناخية طبيعية بالإنتاجية المتوقَّعة المتأثِّرة بتغيُّر المناخ الذي يتسبب فيه الإنسان. تشير النتائج إلى أنه في ظل احترار المناخ، فإنّ خطر فقدان 10% أو أكثر من محصول القمح العالمي على مدى العقدين المقبلين سوف يزداد عشرة أضعاف، ليبلغ احتماله 1 / 20 فرصة.

وبالنسبة إلى الذُّرَة، يزداد الخطر 20 ضِعفًا، ليبلغ احتماله 1 / 10 فرصة.

Environ. Res. Lett. **9, 074003 (2014)**

الميكانيكا الحيوية

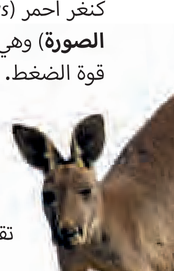
سَيْر الكنغر بمساعدة ذيله

عندما يتحرك الكنغر ببطء، يعمل ذيله قويّ العضلات بمثابة قَدمٍ خامسة.

وعلى الرغم من اشتهاره بالقفز، يمضي الكنغر الكثير من يومه ماشيًا على أقدامه الأربع، بينما يأكل العشب. ولتحديد دور الذيل في هذه المِشْيَة، صوَّر ماكس دونيلان وزملاؤه ـ بجامعة سايمون فريزر في برنابي، كندا ـ شريط فيديو لخمسة حيوانات كنغر أحمر (*Macropus rufus*، **في الصورة**) وهي تمشي عبر منصّة تقيس قوة الضغط. كانت ذيول حيوانات الكنغر تدفعها إلى الأمام وترفعها، وتوفر ما معدله ربع الشغل الميكانيكي الإيجابي تقريبًا المبذول في المشي.

لاحظ الباحثون أن ذيل الحيوان يؤدي شغلًا مفيدًا يوازي الساق بالنسبة للإنسان السائر، وذلك نظير وزنه بالكيلوجرام من كتلة الجسم.

Biol. Lett. **http://doi.org/thh (2014)**



JURGEN & CHRISTINE SOHNS/FLPA

علم البيئة

محميّات المحيط تفوِّت هدفًا رئيسًا

ربما كانت المحميّات البحرية لا تحمي مجتمعات سَمَك الشِّعاب المرجانية الأكثر ضعفًا في العالم.

تُوجَد المناطق المحمية البحرية أساسًا في مناطق تحوي عددًا كبيرًا من أنواع السَّمَك المختلفة. وقد عَيَّن فاليريانو بارافيسيني وزملاؤه ـ بمركز توليف التنوع البيولوجي وتحليله في آكس آن بروفانس، فرنسا ـ نطاقات أكثر من 6000 نوع من سَمَك الشِّعاب المرجانية الاستوائي، وقاسوا مقدار حساسية هذه الأنواع لتهديدات الإنسان.

وجد الباحثون أن المناطق التي تتضمن أنواعًا مُعَرَّضة للانقراض لا تتداخل ـ في كثير من الأحيان ـ مع المناطق المحميّة الثرية بالأنواع. وعلى سبيل المثال.. كانت البحار قبالة سواحل شيلي وشرق المحيط الأطلسي مناطق سريعة التأثر للغاية، لكن البؤر الغنية بالأنواع تتركز حول إندونيسيا، وأستراليا.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ويقول الباحثون إنه ينبغي حماية المزيد من المناطق البحرية؛ للحفاظ على التنوع البيولوجي للسَّمَك الاستوائي.

Ecol. Lett. **http://doi.org/tn4 (2014)**

الكيمياء

إسفنج كيميائي طارد للمياه

أنتج باحثون في اليابان بلّورات تشبه الإسفنج، تمتص الغازات والسوائل، ولكنها تطرد المياه.

والمركبات المعروفة باسم بوليمرات التناسق المسامية يمكنها تخزين جزيئات مختلفة، أو فصلها من خليط، وتنتج تفاعلات محفزة داخل مسامها، لكن هذه البوليمرات كثيرًا ما تتكسر في الماء. وقد صمّم سوسومو كيتاجاوا وزملاؤه ـ بجامعة كيوتو ـ جزيئات عضوية صغيرة، ودَمَجُوها لتصنيع بلورة مسامية. ولُوحِظ أنّ المادة لها سطح خارجي مُمَوَّج على نطاق نانومتري، يطرد قطرات الماء، ولكنه يمتص سوائل أخرى من خلاله. وثمة استراتيجية سابقة لجَعْل البلورات المسامية طاردة للمياه، تتمثل في إرفاق جزيئات ضخمة بالبلورة بعد تصنيعها، ولكن لهذا تأثير جانبي غير مرغوب فيه من سد المسام التي من المفترَض دخول الغازات والسوائل غير المائية منها.

Angew. Chem. Int. Edn **http://doi.org/f2sr5g (2014)**

الفيزياء التطبيقية

هاتف يشغِّل ملصقًا إلكترونيًّا

يمكن أن يُستخدَم يومًا ما جهاز إلكتروني صغير يعمل بإشارات لاسلكية من الهواتف المحمولة؛ لتسمية مجموعة واسعة من المنتجات، وتوصيلها بشبكة الإنترنت.

فقد طوَّر فريق بحثي بقيادة ماجنس بيرجرين ـ من جامعة لينكوبينج ـ وجوران جوستافسون ـ من معهد أكريو السويدي لتكنولوجيا المعلومات والاتصالات، ومقرهما نوركوبينج، السويد ـ صمامًا ثنائيًّا مرنًا من السيليكون مع هوائي صغير، مطبوعًا؛ ليلتقط الإشارة المنبعثة من أي هاتف قريب أثناء إجراء مكالمة. ومن ثم، يحوِّل الصمام الثنائي الإشارة إلى تيار يشغِّل شاشة عرض **(في الصورة)**.

ربما صارت الملصقات الإلكترونية التي يمكنها التواصل مع الأجهزة المتصلة بشبكة الإنترنت مهمةً لمستقبَل "كل شيء فيه متصل بالإنترنت"، حيث يمكن التحكُّم في الأغراض المنتشرة في كل مكان، مثل المستشعِرات والأجهزة من خلال شبكة الإنترنت.

Proc. Natl Acad. Sci. USA **http://doi.org/tnz (2014)**

PETER MODIN, LINKÖPING UNIV/ACREO SWEDISH ICT

الأيض

سِمْنة بدون مرض السكري

ربما صار البروتين الذي يكسر مركبات الحديد في الدم مفتاحًا لمعرفة سبب احتفاظ بعض الناس الذين يعانون السمنة المفرطة بأيض صحي، وعدم اصابتهم بمرض السكري.

دَرَس أندرو بوسبيسيليك ـ من معهد ماكس بلانك للبيولوجيا المناعية والوراثة اللاجينية في فرايبورج، ألمانيا ـ وهارالد إسترايور ـ من كلية الطب بجامعة فيينا ـ وزملاؤهما، الكبدَ والأنسجة الدهنية في أناس بدناء "أصحاء"، وبدناء لديهم مقاومة للإنسولين. وجد الباحثون مستويات أقل من جزيء يُسمى هيم أوكسيجيناز-1 (HO-1) في الأفراد الأصحاء. وظلت الفئران السمينة المعدَّلة وراثيًّا لتفتقر إلى الجين المسؤول عن إنتاج هيم أوكسيجيناز-1 حساسةً للإنسولين، وعانت من مشاكل أيض أقل من الفئران السمينة العادية. وقد يكون هيم أوكسيجيناز-1 مشاركًا في التهاب يؤدي إلى أمراض الأيض.

ويرى الباحثون أن إيجاد طُرُق لتثبيطه قد يؤدي إلى علاجات جديدة.

Cell **158, 25–40 (2014)**

اختيار المجتمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

بَحْث يتعرض للانتقاد، بعد نشره مجددًا

نَدَّدَ علماء كثيرون بإعادة نشر دراسة، تَرَاجَعَ عنها جيل-إريك سيراليني وزملاؤه، ربطت بين الذُّرة المعدلة وراثيًّا، وأورام في الفئران. كتب كيفن فولتا ـ وهو عالِم في عِلْم البستنة بجامعة فلوريدا في جينسفيل ـ في تغريدة "إنها الجرذان المصابة بأورام! "إنّ بَحْث سيراليني المُعَاد نشره عن الكائنات المعدَّلة وراثيًّا (GMO#) لم يخضع لمراجعة علمية قبل نشره في دورية جديدة"، وذلك حسبما قالت ماري مانجان، باحثة المعلوماتية الحيوية المستقلة، المقيمة في بوسطن، ماساتشوستس، ردًّا على تغريدة تتعلق به "كان الأمر إذًا أشبه بنَبْش البحث من قبره، وليس إعادةً للنشر".

Environ. Sci. Eur. **26, 14 (2014)**



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric مدعوم من قِبَل ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر: www.nature.com/g5wwpj

الرؤية

منشور العين يوجِّه الضوء

تفصل مجموعة من الخلايا في شبكية العين الضوءَ الأبيض، وتمرِّر أطوالًا موجيّة محددة إلى مستشعِرات الضوء؛ لتحسين الرؤية أثناء النهار.

استخدم أميكاي لابين، وإيدو بيرلمان وزملاؤهما ـ بمعهد إسرائيل للتكنولوجيا (التخنيون) في حيفا ـ نموذجًا حاسوبيًّا لدراسة دور خلايا مولر، التي تركِّز الضوء على خلايا حساسة للضوء في شبكية العين البشرية.

وجد الفريق أن خلايا مولر تركِّز الضوء الأخضر والأحمر على مخروطات حسّاسة لضوء النهار؛ مما يزيد كمية الضوء الممتصَّة بنسبة قد تصل إلى عشرة أضعاف مما لو كانت خلايا مولر غائبة. ومع ذلك.. يتسرب الضوء الأزرق من خلايا مولر نحو الخلايا العصويّة، التي تتيح الرؤية أثناء الليل. وأكدت تجارب تصوير على شبكيات العين المعزولة من خنزير غينيا نتائجَ النموذج إلى حد كبير.

قد توضِّح هذه النتائج كيفية انتقال الضوء بكفاءة من خلال مختلف طبقات الخلايا في شبكة العين؛ للوصول إلى الخلايا المخروطية.

Nature Commun. **5, 4319 (2014)**

التَّنَكُّس العصبي

أجسام مضادة تحارِب الشلل الرَّعَّاش

أبطلت أجسامٌ مضادة تستهدف بروتينًا يقترن بمرض باركنسون بعض الأعراض في فأر تجارب معدَّل لدراسة الاضطراب التَّنَكُّسي العصبي.

يتكدس بروتين "ألفا سنيكلاين" α-synuclein وينتشر بين الخلايا في أدمغة المرضى الذين يعانون من مرض باركنسون. وقد صنع إليعازر ماسلياه وزملاؤه ـ بجامعة كاليفورنيا، سان دييجو ـ أجسامًا مضادة مختلفة تُربَط بإحدى نهايتي البروتين، وحقنوها في فئران محوَّرة وراثيًّا تعبِّر عن بروتين "ألفا سنيكلاين" بكميات زائدة. وخفَّضت بعض الأجسام المضادة من تراكم البروتين في الحيوانات؛ مما حَسَّن من ذاكرتها وحركتها، كما خفّضت من انتشار البروتين بين الخلايا في المزرعة.

يرى الباحثون أن الأجسام المضادة تمنع بروتين "ألفا سنيكلاين" من التجمُّع والانتشار؛ من خلال تَقَيُّدها بأحد طرفي البروتين.

J. Neurosci. **34, 9441–9454 (2014)**

NATURE.COM يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال: www.nature.com/latestresearch

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الجليد

الْتِبَاس بيانات سجل الجليد البحري

ربما كانت هناك مبالغة في تقدير التوسع الغامض الأخير لجليد القطب الجنوبي؛ بسبب خطأ في تحليل البيانات، وذلك وفقًا لما ذكره علماء من الولايات المتحدة.

لَاحَظَ إيان آيزنمان وزملاؤه ـ بمعهد سكريبس لعلوم المحيطات في لاجولا، كاليفورنيا ـ الخطأَ عندما قارنوا نسختين من بيانات الأقمار الاصطناعية للجليد البحري في نصف الكرة الجنوبي، حيث تمّت معايرتهما بشكل مختلف. وقد تبرِّر المعايرة غير الصحيحة لإحدى مجموعات البيانات أكثر من نصف الزيادة في نمو الجليد البحري بالقطب الجنوبي.

يعني هذا الاكتشاف أن أحد تقريري الهيئة الحكومية الدولية المعنية بتغيُّر المناخ في عامي 2007 أو 2013 يعكس هذا الخطأ، ولكنّ الباحثين لم يتمكنوا من تحديد أيهما المعيب.

Cryosphere **8, 1289–1296 (2014)**

للاطلاع على الخبر الكامل عن هذا البحث، انظر: go.nature.com/owasxc

JURGEN FREUND/NATUREPL.COM

علم البيئة

أنماط يمكن التنبؤ بها لآفات الشِّعاب المرجانية

من شأن نمذجة كيفية نَشْر التيارات البحرية ليرقات نجمة البحر آكِلة المرجان في أنحاء الحاجز المرجاني العظيم في أستراليا أنْ تساعد على تحديد المناطق المعرَّضة للأوبئة المدمرة من هذه الآفات.

فقد استخدم فريق بحثي بقيادة كارلو هوك ـ من جامعة كوينزلاند في سانت لوسيا، أستراليا ـ نموذجًا حاسوبيًّا؛ لدراسة توزيع يرقات نجمة البحر-تاج الشوك الشرهة (*Acanthaster planci*؛ في الصورة) في الحاجز المرجاني العظيم. كانت مناطق الشِّعاب المرجانية ـ كثيفة الارتباط ببعضها البعض من خلال التيارات البحرية ـ أكثر عرضةً لمواجهة فاشية اليرقات، وتضخيمها إلى مشكلة أوسع نطاقًا. حدَّد نموذج الباحثين بدقة أيضًا المنطقةَ الخاصة، حيث تنشأ الأوبئة في معظم الأحيان.

يرى فريق الباحثين أن الدراسة المتأنية لارتباط الشعاب المرجانية من شأنها أن تساعد في السيطرة على تَفَشِّي نجمة البحر في المستقبل.

J. Appl. Ecol. **http://doi.org/tvs (2014)**

علم الحيوان

الطائر الغامض قريبٌ لطائر الدودو

تأكّد أن عيِّنة الحمامة الميتة التي قبعت لسنوات في متحف بالمملكة المتحدة هي لنوع جديد، وقريب لطائر الدودو، عن طريق تحليل الحمض النووي. استخرج تيم هيوبنك وزملاؤه ـ بجامعة جريفيث في بريسبان، أستراليا ـ قِطَعًا قصيرة جدًّا من الحمض النووي من العَيِّنة الوحيد المتبقية من الحمامة الخضراء المرقَّطة (*Caloenas maculata*) **في الصورة** شكلها حسب تصوُّر فني) وعَيَّنوا تسلْسُلها. وبعد وصفها في عام 1783، انتهى بها المطاف في متحف في ليفربول بالمملكة المتحدة، ولكن لا شيء آخر كان معروفًا عنها.

وقد ادَّعى بعض الباحثين أن العيِّنة كانت مجرد حمامة نيكوبار (*Caloenas nicobarica*)، لكنَّ مؤلفي البحث الحالي قرروا أن الحمامة الخضراء المرقَّطة هي نوع منفصل، وأنّ الطائرَيْن مشتركان مع طائر الدودو (*Raphus cucullatus*) في سَلَفِه.

كان هذا السَّلَف ـ على الأرجح ـ طائرًا شبه برِّي، تَنَقَّل من جنوب شرق آسيا أو الهند عبر المحيطات، وتطوَّرَ في نهاية المطاف إلى طائر الدودو وأنواع أخرى من الحمام الذي يعيش على جُزُر نائية.

BMC Evol. Biol. **14, 136 (2014)**



SPOTTED GREEN PIGEON BY JOSEPH SMIT/*BULL. LIVERPOOL MUSEUMS* 1898/NAT'L MUSEUMS LIVERPOOL

علم الفَلَك

نظرة جديدة إلى حافَّة المَجَرَّة

تَستعرض دراسة مَسْحِيَّة النظرةَ الأكثر تفصيلًا حتى الآن حول حلقة غامضة من النجوم على حدود مَجَرَّة درب التبّانة. فمن خلال استخدام بيانات تليسكوب المسح البانورامي ومنظومة الاستجابة السريعة (Pan-STARRS1) في هاواي، أوضح كولن سلاتر وإريك بيل وزملاؤهما ـ بجامعة ميشيجن في آن أربور ـ أنّ حلقة كوكبة وحيد القرن تبدو كتيارات نجمية رقيقة ناشئة من القرص الخارجي لمَجَرَّة درب التبّانة.

ولا يزال الجدل دائرًا حول كيفية نشوء الحلقة، حيث تشير نظريات إلى أنها إما جزء من قرص المَجَرَّة، انحرف نتيجة تأثير مَجَرّات قزمة قريبة، أو هي بقايا مَجَرَّة قزمة انتشرت في لقاء مع مَجَرَّة درب التبّانة. م ع ذلك.. لا يفسِّر أيٌّ من السيناريوهين كل التفاصيل المرئية في المسح، مما يدل على أن النموذجين يحتاجان إلى تحسين.

Astrophys. J. **791, 9 (2014)**

الهندسة الحيوية

قوارض شفّافة

يمكن أن يصبح جسم القوارض بالكامل شفافًا لأغراض التصوير، دون الإضرار بالخلايا والبروتينات.

وكانت التقنيات السابقة التي تجعل الأنسجة شفافةً تؤثِّر فقط على أعضاء معينة، مثل الدماغ. وقد عَدَّلَ فريقٌ بحثي بقيادة فيفيانا جراديناريو ـ من معهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا ـ تقنيةً حالية تُثَبِّت الأنسجة، وتنزع الدهون التي تحجب الضوء باستخدام مزيج من المواد الكيميائية التي يتم ضخها من خلال

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية





الدورة الدموية لأحد القوارض الميتة. والأهم.. أن العملية كانت تحافظ على سلامة عصبونات الفأر، وبِنْيَة الكلى **(في الصورة)**، وأنسجة أخرى.

وبعد أسبوع واحد (بالنسبة للفئران)، وأسبوعين (للجرذان)، صارت الأعضاء الداخلية والدماغ رائقة، ويمكن تصويرها تحت المجهر. وربما أتاحت هذه التقنية للباحثين معرفة الارتباط بين الدماغ والأعضاء الأخرى.

Cell **http://doi.org/tzz (2014)**

الفيزياء الفلكية

أفضل قياس لحجم كوكب خارج المجموعة

تَمَكَّن فَلَكيُّون من إجراء القياس الأكثر دقة حتى الآن لحجم كوكب خارج المجموعة الشمسية؛ وهو كبلر93-ب، الذي يدور حول نجم يبعد نحو 100 فرسخ فلكي، حيث قدَّرت سارة بالارد وزملاؤها ـ بجامعة واشنطن في سياتل ـ قُطْر الكوكب بحوالي 18800 كيلومتر (أي 1.48 قطر الأرض)، مع هامش زيادة أو نقصان قدره 240 كيلومترًا.

استخدم الباحثون تليسكوب "كبلر" الفضائي ـ التابع لوكالة "ناسا" ـ لمراقبة النشاط الزلزالي داخل النجم الذي يتبعه الكوكب، واستخدموا تليسكوب الفضاء "سبيتزر" كذلك لمراقبة كبلر93-ب عندما مَرَّ أمام النجم، مستخدِمين تقنيةً تضمن سقوط ضوء النجم على مركز البكسل نفسه في كاميرا التليسكوب "سبيتزر" عند إجراء كل القياسات.

وقد أتاحت هذه التقنية قياسات بالغة الدقة لأنصاف أقطار الكواكب الخارجية وكُتَلها، بل وبِنْيَة نجومها، وِفْق رأي الباحثين.

Astrophys. J. **790, 12 (2014)**

التكنولوجيا الحيوية

تعديلات جين تعزِّز دفاعات القمح

استخدم باحثون تقنيات متقدمة لتحرير الجينات؛ من أجل إنتاج قمح مقاوِم للأمراض. وإنه لمن الصعب تعديل القمح *Triticum aestivum* وراثيًّا، نظرًا إلى امتلاك النبات ست مجموعات من الصبغيّات، بدلًا من المجموعتين الموجودتين في البشر. لذلك.. استخدمت تساي شيا جاو، وجين لونج تشيو وزملاؤهما بالأكاديمية الصينية للعلوم في بكين نَهْجَيْن لتحرير الجينات؛ نوكلياز النسخ المستجيب شبه المنشط (TALEN)، وكرسبر Cas9 – أو تكرارات عنقودية متناوبة منتظمة التباعد (CRISPR)؛ لتعطيل جين يُسَمَّى MLO في صبغيات النبات كافة. وهذا جعل النباتات مقاومةً لمرض فطري يُدعَى البياض الدقيقي، وأسفر إقصاء جميع نسخ الجين عن أكبر مقاوَمة.

وبالنسبة إلى عديد من المحاصيل التي لديها نُسَخ متعددة من الجينوم، يرى الباحثون أن مثل هذه التقنيات قد يؤدي إلى تحسينات ليست ممكنة من خلال طرق التحسين التقليدية.

Nature Biotechnol. **http://dx.doi.org/10.1038/nbt.2969 (2014)**

الأحياء المجهرية

أداة للمختبَر من الجبن

يمكن أن تساعِد قشور الجبن في الكشف عن كيفية تشكيل المجتمعات الميكروبية، وتفاعُل الأنواع. تؤثر المجتمعات الميكروبية على النظم الإيكولوجية وصحة الإنسان، ولكن من الصعب دراستها في المختبر. ومن أجل العثور على أنظمة ميكروبية تَسْهُل معالجتها، درستْ راشيل دوتون وزملاؤها ـ بجامعة هارفارد في كمبريدج بولاية ماساتشوستس ـ عيِّنات قشور أكثر من 100 نوع من الجبن، بما في ذلك الجبن الأبيض الطري، وجبن كاممبير.

وجد الباحثون أن أنواعًا بكتيرية وفطرية عديدة من التي تنمو على الجبن القديم يسهل استزراعها. وقد استخدم فريق الباحثين تقنية تعيين التسلسل؛ لتحديد التفاعلات الرئيسة بين البكتيريا والفطريات، وتتبُّع تطور المجتمع الميكروبي في الجبن أثناء تقادمه. وبالإضافة إلى ذلك.. استطاع الباحثون إعادة تشكيل عديد من هذه التفاعلات في المختبر.

ويمكن من خلال دراسة قشور الجبن إلقاء نظرة ثاقبة على مجتمعات ميكروبية أخرى، مثل تلك الموجودة على الجلد، وفق آراء الباحثين.

Cell **158, 422–433 (2014)**

اختيـــار المجتـــمع

الأبحاث الأكثر قراءةً في العلوم

بؤرة الضوء تتركز على أفضل 1% في العلوم

خلص تحليلٌ بقيادة جون أيونيديس ـ الباحث في السياسات الصحية بجامعة ستانفورد ـ إلى أن أقل من 1% من جميع الباحثين تمكَّنوا من النشر كل سنة منذ عام 1996 إلى 2011، ولكنْ مِن تلك النخبة القليلة كان مؤلفو أكثر من 41% من جميع الأبحاث في الفترة نفسها. وأشار كثيرون إلى التشابه بين هذه النسبة، والمزاعم بأنّ أعلى 1% من أصحاب الدخول في الولايات المتحدة يمتلكون حصةً هائلة من ثروة البلاد. "احتلوا!".. هكذا كتبت كارين جيمس ـ متخصِّصة علم الوراثة في مختبر MDI البيولوجي في ولاية ماين ـ في تغريدة لها، منوِّهَةً إلى حركة "احتلوا وول ستريت" التي تدعو إلى المساواة الاقتصادية. وقال كريس كريمر ـ الكيميائي في جامعة مينيسوتا في مينيابوليس ـ في تغريدة له إنّ هذا كان "مثالًا مثيرًا للاهتمام بأنْ يسهِم أعلى 1% من أصحاب الدخول بنسبة 41%، (بدلا من امتلاكها!)".

Environ. Sci. Eur. **26, 14 (2014)**



استنادًا إلى بيانات موقع altmetric.com، فإنّ موقع Altmetric مدعوم من قِبَل ماكميلان للعلوم والتعليم، التي تمتلك مجموعة "Nature" للنشر.

NATURE.COM
للاطلاع على المزيد من الأبحاث المُتَداوَلة.. انظر: www.nature.com/f1c2bn

كيمياء

نَمْل مقاتِل يفرز سائلًا نادرًا

لُوحِظ وجود سائل أيوني ـ للمرة الأولى في الطبيعة ـ في صورة مزيج من سموم نوعين من أنواع النمل المتنافِسة. يزيح النملُ الأسمر المجنون النملَ الناري *Nylanderia fulva* (*Solenopsis invicta*) من جنوب الولايات المتحدة، وذلك من خلال إزالة أثر سُمّ عدوه، بدرجة ما، باستخدام السُّمّ الخاص به. حيث أوضح باحثون بقيادة جيمس ديفيز ـ من جامعة ساوث ألاباما في موبيل ـ أن الخليط الناتج يتكون من أيونات، بدلًا من جزيئات متعادلة كهربيًّا.

توحي النتائج بأنّ السوائل الأيونية ـ التي تُستخدَم عادةً في الصناعة ـ لها وظائف بيولوجية مهمة أيضًا.

Angew. Chem. Int. Ed. **http://doi.org/f2s5zj (2014)**

علوم المحيطات

جبال جليدية متحطِّمة تُصْدِر ضوضاء

إنّ تَفَكُّك الجبال الجليدية يجعل المحيطات أكثر ضوضاء لعدة أشهر، وذلك في نطاق الترددات المنخفضة التي قد تؤثر على الثدييات البحرية.

درس باحثون بقيادة هارو ماتسوموتو ـ من جامعة ولاية أوريجون في نيوبورت ـ تسجيلات المِسْمَاع المائي للمحيط من مختلف أنحاء نصف الكرة الجنوبي؛ ووجدوا أن مستويات الضوضاء ارتفعت في أنحاء المنطقة الجنوبية من المحيط الهادئ لمدة عام ونصف العام، بعد تفكُّك جبلين جليديَّين ضخمين قرب القارة القطبية الجنوبية بين عامي 2007 و2009. وتم الكشف عن الإشارة في شمال خط الاستواء.

Geochem. Geophys. Geosys. **http://doi.org/txf (2014)**

NATURE.COM
يمكنك الحصول على تحديثات الأبحاث اليومية مباشرة من خلال:
www.nature.com/latestresearch

أبحاث

محرِّك مايكروسوفت

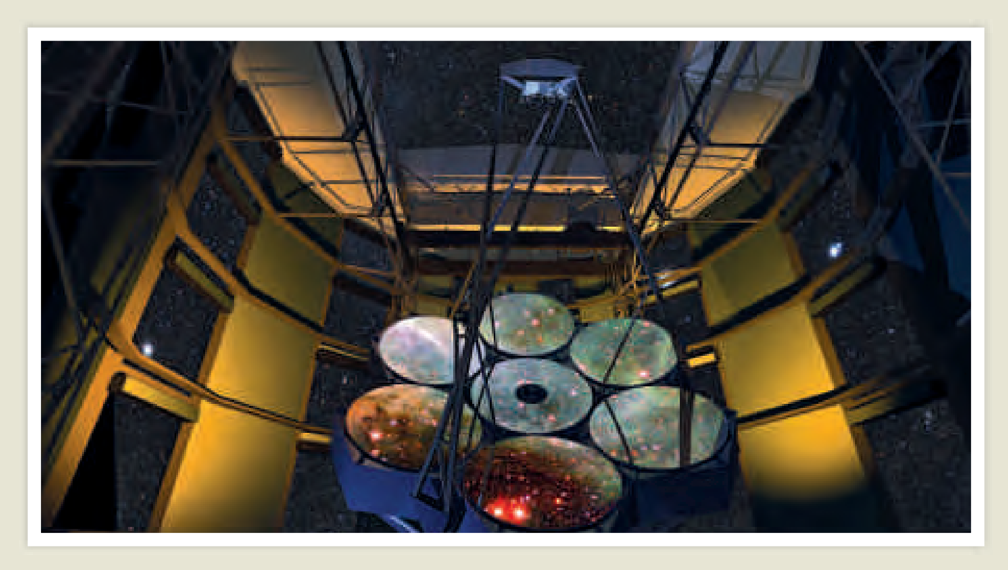
أعلنت شركة مايكروسوفت في الأسبوع الثالث من يوليو الماضي تجديدها لمحرك البحث العلمي المجاني الخاص بها، وهو محرك مايكروسوفت للأبحاث الأكاديمية Microsoft Academic Search. تخطِّط الشركة إلى إيقاف تقديم الخدمة بوضعها الحالي كمنتج مستقل، وبدلًا من ذلك.. ستعمل على ضمان ظهور المعلومات المتاحة حول الأعمال البحثية والأكاديمية خلال محركها البحثي الشامل "بينج" Bing. وقد سبق أنْ تنافَس محركُ بَحْث شركة مايكروسوفت ذات مرة مع محرك البحث العلمي لجوجل Google Scholar، إلا أنه فشل في أن يَبقَى متجدِّدًا (انظر: .go.nature.com/ti3t9x). تقول مايكروسوفت إن الباحثين سيتمكنون من التحكم في إتاحة المعلومات الخاصة بهم للآخرين من خلال محرك البحث "بينج".

لقاح الملاريا

طلبت شركة الأدوية "جلاكسو سميث كلاين" ـ ومقرها الرئيس في لندن ـ من الوكالة الأوروبية للأدوية مراجعة أول لقاح للملاريا على مستوى العالم، الذي قامت الشركة بتطويره، من خلال برنامج يهدف إلى ترخيص الأدوية لاستخدامها بشكل أساسي خارج أوروبا. وتشير دراسةٌ نُشرت يوم 29 يوليو الماضي إلى أن التطعيم يقي من الإصابة بالمرض بنسبة 45% لمدة 18 شهرًا من تناوله، وذلك في الأطفال الذين تتراوح أعمارهم بين 5 أشهر و17 شهرًا (The RTS,S Clinical Trials Partnership (*PLoS Med*. **11**, e1001685; 2014

دوريّة عن الإجهاد

أطلقت دار "إلسيفير" للنشر في الخامس عشر من يوليو الماضي موقعًا مفتوحًا لدورية بحثية تركِّز على موضوع الإجهاد المرتبط بضغط العمل. وجاء في افتتاحية العدد الأول للدورية *Burnout Research* أن متلازمة الإجهاد النفسي Burnout مشكلة تؤرق المجتمع منذ أمد بعيد، فهي تؤثر على كلٍّ من الأداء الوظيفي، وجودة الحياة. ويقول المحررون إنه يتم نشر 1000 مقال سنويًّا حول الإجهاد النفسي، تُوَزَّع على مئة دورية، آملين أن تسهم دوريتهم في توضيح الارتباط بين الإجهاد النفسي وآثاره.



GIANT MAGELLAN TELESCOPE

البرازيل تدعم التليسكوب العملاق

أكدت مؤسسة ساو باولو للأبحاث بالبرازيل (FAPESP) في يوم 22 يوليو الماضي أنها ستشارك في مشروع إنشاء تليسكوب ماجلان العملاق (GMT)، الذي تصل تكلفته الإجمالية إلى 880 مليون دولار، والمخطط إنشاؤه في مرصد لاس كامباناس، التابع لمعهد كارنيجي للعلوم في صحراء أتاكاما بشيلي. التليسكوب البالغ طوله 25 مترًا هو أحد ثلاثة تليسكوبات عملاقة منافسة، سوف يتم إنشاؤها خلال العقد القادم. ستسهم مؤسسة (FAPESP) في المشروع بمبلغ 40 مليون دولار، الأمر الذي سيفتح مجالًا لاشتراك الباحثين من ولاية ساو باولو بالمشروع، إلا أن المؤسسة تأمل في أن تشاركها وزارة العلوم والتكنولوجيا بالبرازيل في تمويل المشروع؛ لإتاحة الفرصة لكافة علماء الفضاء بالبلاد للوصول إلى التليسكوب عند بدء تشغيله في عام 2021. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/k3tsgv

سَحْب دراسة

في الواحد والثلاثين من يوليو الماضي، تم سحب ورقة بحثية شهيرة تشير إلى وجود علاقة بين لقاح الإنفلونزا ومرض النوم القهري. ذكرت الدراسة ـ التي نُشرت في العام الماضي (A. K. De la Herran-Arita *et al*. *Sci*. *Transl*. *Med*. **5**, 216ra176; 2013) ـ أن بعض المرضى الذين يعانون من داء النوم القهري يحملون خلايا مناعية تستهدف الناقلات العصبية المسؤولة عن إبقاء الشخص يقظًا. كما ذكرت أن تلك الخلايا المناعية تستطيع أيضًا التعرف على بعض مكونات لقاح الإنفلونزا، مما يفسِّر سبب إصابة بعض الأطفال في أوروبا بمرض النوم القهري بعد تَلَقِّي لقاح إنفلونزا الخنازير H1N1، إلا أن الفريق اكتشف عدم قدرته على تكرار النتائج مرة أخرى؛ ولذا.. قام بسحب الدراسة. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/hbrrvi

توفير المياه

تستطيع الدول النامية توفير كميات كبيرة من المياه عن طريق تَبَنِّي أساليب وتكنولوجيات حديثة في الزراعة، وذلك وفقًا لما جاء في دراسةٍ نشَرها برنامج الأمم المتحدة للبيئة في 15 يوليو الماضي. قدَّرَت الدراسة إمكانية توفير ما يقرب من 23 مليار متر مكعب سنويًّا من مياه الري في ولاية بنجاب بالهند، عن طريق تغيير نمط الزراعة، واستخدام تكنولوجيات توفِّر مياه الري. تستطيع الولاية زراعة أنواع مختلفة من المحاصيل، مثل البقوليات، والذرة، والقطن، والفواكه، والخضراوات، وقصب السكر، بدلًا من زراعة الأرز. كما يمكنها نثر بذور الأرز، بدلًا من زرع البادِرات.

سياسات

تطوير المضادّات

صرَّح ديفيد كاميرون ـ رئيس الوزراء البريطاني ـ في الثاني من يوليو الماضي بأن المملكة المتحدة ستعيد النظر في ممارساتها التنظيمية والبحثية للتعامل مع الخطر العالمي المتنامي، المتمثِّل في مقاومة المضادات الحيوية، حيث كلَّف رئيس الوزراء بعمل مجموعة مراجعة مستقلة بقيادة عالِم الاقتصاد جيمز أونيل، كما يسهم في تمويلها صندوق "ويلكم تراست" الخيري للأبحاث الطبية الحيوية بلندن. ستقوم تلك المجموعة بدراسة تأثير مقاومة المضادات الحيوية على الاقتصاد، وعمل خطة بالإجراءات الضرورية التي ستتخذها الحكومة لمواجهة ذلك. قد تشتمل تلك الإجراءات على تسهيلات تنظيمية للشركات؛ لتشجيعها على تطوير مضادات حيوية جديدة، وأيضًا زيادة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الاستشارات الحكومية المخصَّصة لتطوير المضادات الحيوية، ووضع استراتيجيات للتعاون مع الدول منخفضة الدَّخْل، ومتوسطة الدخل.

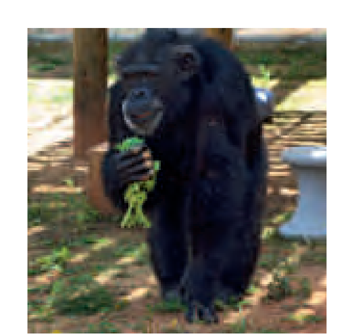
وكالة فضائية بولندية

تستعد بولندا حاليًا لإنشاء وكالة فضائية وطنية، رغم أنها بالفعل ضِمْن أعضاء وكالة الفضاء الأوروبية (ESA). ففي الخامس والعشرين من يوليو الماضي، قرَّر البرلمان البولندي إنشاء وكالة الفضاء البولندية (POLSA)، التي سيكون لها دور في الإشراف على أبحاث الفضاء. كما تأمل البلاد أن يكون لها دور أيضًا في تيسير مهمة الباحثين البولنديين في الوصول إلى المشروعات التابعة للوكالة الأوروبية، وتسهيل إقامة شركات ومراكز أبحاث الفضاء.

أحداث

تقاعُد الشمبانزي

وصل أكثر من 100 شمبانزي، سبق استخدامها عن طريق المعاهد القومية الأمريكية للصحة NIH في أبحاث الطب الحيوي، إلى مأوى الشمبانزي المُمَوَّل من الحكومة الفيدرالية، الذي يقع في مدينة كيثفيل بولاية لويزيانا. (في الصورة أحد أفراد الشمبانزي، ويُدعى ساسي). إنّ تَقَاعُد تلك القردة هو الخطوة الأولى لتقليص الأبحاث التي تجريها المعاهد القومية الأمريكية للصحة على الرئيسيّات. كانت الهيئة قد أعلنت في يونيو من عام 2013 أنها ستحيل نحو 310 من حيوانات الشمبانزي من أصل 360 تم استخدامها



CHIMP HAVEN

في الأبحاث إلى التقاعد، وإيداعها بالمأوى. سَبَقَ ذلك القرار تقريرٌ أصدره معهد الطب الأمريكي في ديسمبر 2011، أوصى بوضع قيود صارمة على استخدام حيوانات الشمبانزي في الأبحاث الطبية الحيوية والأبحاث السلوكية. للاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/iiqxvc

قمر لتَتبُّع الكربون

نجحت وكالة "ناسا" في الثاني من يوليو الماضي في إطلاق قمر صناعي يقوم بتَتَبُّع مادة الكربون. تأتي هذه المحاولة بعد مرور خمسة أعوام من محاولتها الأولى التي انتهت بسقوط القمر الصناعي في المحيط. سيتتبَّع المرصد المداري لمراقبة الكربون-2 (OCO-2) ثاني أكسيد الكربون في الفضاء بأدقّ صورة تم الوصول إليها على الإطلاق (انظر: *Nature* **510**, 451-452; 2014) مكمِّلًا للقياسات التي رصدها بالفعل القمر الصناعي الياباني لرصد الغازات الدفيئة. يُذكر أن فشل الإطلاق الأول للقمر الصناعي OCO في عام 2009 كان بسبب عدم قدرة الغطاء الذي يشبه صدفة المحار على الانفصال عن مركبة الإطلاق توروس. وتم إطلاق OCO-2 على متن صاروخ دلتا Delta من قاعدة فاندنبيرج العسكرية في جنوب كاليفورنيا.

ظهور الجُدَري

أعلنت المراكز الأمريكية لمكافحة الأمراض واتقائها في الثامن من يوليو الماضي عن اكتشاف أماكن تخزين منسِيَّة لفيروس الجدري ـ الذي قد يسبِّب الوفاة ـ في ثلاجة مملوكة لإدارة الغذاء والدواء الأمريكية FDA بالمعاهد الوطنية للصحة NIH في فرع مدينة بيثيسدا بولاية ميريلاند. على المستوى الرسمي، فالجدري محفوظ في مكانين اثنين فقط على مستوى العالم. وتَوَصَّل مسؤولو السلامة بالمعاهد الوطنية للصحة إلى أن الفيروس لم يتسرب، كما أكدوا عدم وجود أي خطورة على العاملين الذين عثروا عليه. وللاطلاع على المزيد.. انظر: go.nature.com/tr4ehk

أسماء شائعة لكواكب

يسعى الاتحاد الفلكي الدولي (IAU) لتعزيز دوره في تسمية الأجرام السماوية. فقد أعلن الاتحاد في التاسع من يوليو الماضي أنه سوف يشترك مع مجموعة "زونيفيرس" Zooniverse للعلوم المدنيّة؛ لاختيار أسماء شائعة لكواكب خارج المجموعة الشمسية، وذلك بالتعاون مع نوادي الفَلَك والمجموعات غير الهادفة إلى الربح. عندها سيكون متاحًا للجمهور أن يصوِّتوا على الأسماء عبر مِنَصّة تداوُل عن طريق الإنترنت. ففي العام الماضي، قامت شركة التعليم الفضائي "يوينجو" Uwingu ـ الكائنة في بولدر بولاية كولورادو الأمريكية ـ بإجراء مسابقة للجمهور؛ ليتمكنوا من خلالها أن يقترحوا ويصوتوا لاختيار أسماء شائعة لكواكب خارج المجموعة الشمسية (يحمل أغلبها حاليًا أسماء تقنية). انظر: (*Nature* **496**, 407; 2013)

معدات

عَدّاد جزيئات النيوترينو

تم الإعلان يوم 31 يوليو الماضي في بكين عن تعاون دولي للبدء في إنشاء عَدّاد لجزيئات النيوترينو في الصين. سيجلب مرصد جيانجمن لجزيئات النيوترينو تحت الأرض (JUNO) ـ الذي يديره معهد فيزياء الطاقة العالية في بكين ـ باحثين من دول مختلفة، مثل فرنسا، وروسيا، والولايات المتحدة. وسيدرس العَدّاد جزيئات النيوترينو الآتية من انفجارات السوبرنوفا، والكرة الأرضية، والمفاعلات النووية المجاورِة. وسيكون العَدّاد أكبر كاشف وميض يستخدم السوائل في العالم، فهو يلتقط الإشعاع الضوئي الصادر عن تفاعل جزيئات النيوترينو مع النواة الذَّرِّيَّة داخل السائل، ويهدف إلى إعطاء أول قياس للكُتَل النسبية للأنواع الثلاثة المعروفة للنيوترينو. وسوف يتم الانتهاء من إنشاء المرفق بحلول عام 2020.

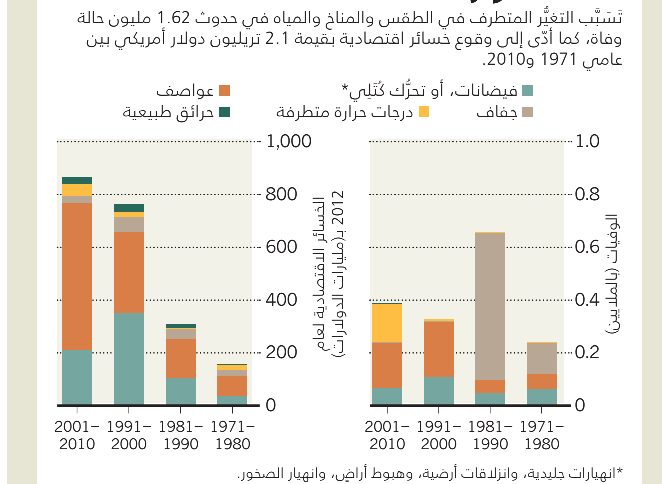
أعمال

تخفيض العمالة

أعلنت مؤسسة "أَمْجِين للتكنولوجيا الحيوية" في ثاوساند أوكس بولاية كاليفورنيا في التاسع والعشرين من يوليو الماضي أنها بصدد تخفيض أعداد العمالة بها، حيث ستقوم بتسريح نحو 2900 عامل، بما يعادل حوالي 15% من إجمالي القوى العاملة بها على مستوى العالم. ذكرت الشركة أيضًا أنها لم تحدِّد بعد نصيب مجال البحث والتطوير من الوظائف التي سيتم الاستغناء عنها، إلا أنها أوضحت أنها ستغلق منشآت بولايتي واشنطن وكولورادو، تضمن مواقع بحثية وصناعية. يأتي هذا القرار ـ الذي سيبدأ تنفيذه في أواخر العام ـ بعد ضَعْف مبيعات العقار المعالِج للأنيميا Aranesp (darbepoetin alfa) الذي تنتجه الشركة. جدير بالذكر أن شركة "أَمْجِين" أنفقت 979 مليون دولار على الأبحاث والتطوير في الربع الثاني من العام الجارى، وهو ما يمثل 19% من عائدات أرباحها.

مراقبة الاتجاهات

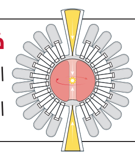
شكَّلت العواصف والفيضانات نسبة 79% من إجمالي عدد 8,835 من الكوارث الطَّقْسِيَّة، والمناخية، والمائية، التي وقعت بين عامي 1970 و2012، وتسبَّبت في حدوث 54% من إجمالي أعداد الوفيات، وخسائر اقتصادية بنسبة 84% من إجمالي قيمة الخسائر الاقتصادية، وفقًا لما أعلنته المنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومركز بحوث الأمراض الوبائية الناتجة عن الكوارث في بلجيكا. العدد الأكبر من الكوارث وقع بين عامي 2001 و2010. ومع ذلك.. فالأعوام ما بين 1981 و1990 كانت أكثر العقود هلاكًا، نتيجةً للجفاف والمجاعات في إثيوبيا، والسودان، وموزمبيق.



SOURCE: ATLAS OF MORTALITY AND ECONOMIC LOSSES FROM WEATHER, CLIMATE AND WATER EXTREMES (1970–2012)

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أخبـــار في دائرة الضـوء



FOSSNI PHOTOGRAPHIC SECTION, NAT/ROYAL NAVY

الغواصات النووية في البحرية الملكية يمكن أن تستفيد من نظام الملاحة القائم على تقنيات الكَمّ قيد التطوير حاليًا.

فيزياء

القائمة النهائية لمشروع مراكز الكَمّ

تأخذ الحكومة البريطانية بعين الاعتبار ثمانية مقترحات لإنشاء ما لا يقل عن ستة مراكز بحثية.

كاتيا موسكفيتش

قلّصت الحكومة البريطانية لائحة المجموعات البحثية التي تتنافس للحصول على ملايين من الجنيهات الإسترلينية في تمويل تقنيات الكَمّ إلى آخر ثمانية متنافسين، إذ تعهَّد جورج أوزبورن، وزير المالية البريطاني، في ديسمبر بأن وعاء التمويل، الذي يبلغ مقداره 270 مليون جنيه إسترليني (462 مليون دولار أمريكي)، سيكون موجهًا ـ في المقام الأول ـ لإنشاء ما يصل إلى ستة مراكز بحثية تركِّز على تطبيقات مختلفة للمجالات الأسرع تقدُّمًا.

والمجموعات البحثية التي لا تزال في السباق ـ وتتصدرها إمبريال كوليدج لندن، وكلية لندن الجامعية، وجامعات برمنجهام، وبريستول، وجلاسكو، ولانكستر، وأكسفورد، ويورك ـ ستعرف في الخامس عشر من سبتمبر ما إذا كانت قد قُبِلَت مقترحاتها عن طريق البرنامج القومي لتقنيات الكَمّ، أم لا. يقول بيتر نايت، فيزيائي بجامعة إمبريال كوليدج، والرئيس السابق لمعهد الفيزياء في لندن: «أعتقد أن هذه هي أكبر دفعة استثمارية في التقنيات الناشئة على الإطلاق تقوم بها حكومة بريطانيا».

على مدى عقود، بدا أن فيزياء الكَمّ مجال لنخبة علماء مصطفاه بدرجة مَنَعَتْه من تطوير استخدامات عملية. ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

والآن، يرى الفيزيائيون فرصًا أفضل لتطبيق بحوث الكَمّ خارج المختبر، وفي الحياة الواقعية، فقد أصبحت التقنيات التي تسخِّر الصفات الغريبة لميكانيكا الكَمّ مهيَّأة لتقديم طفرات لنطاق واسع من التطبيقات.

يقول نيكولا ويلكين، عالِم الفيزياء النظرية في جامعة برمنجهام: «إن وتيرة الانتقال من المفاهيم النظرية إلى تقنيات الكَمّ الممكن تحقيقها أمرٌ يبعث على الدهشة. فالتطبيقات التي ستتحقق بسرعة تشمل أجهزة استشعار للجاذبية ـ غير مسبوقة ـ للعثور على النفط والمعادن، وجيل جديد من ساعات نُظُم الملاحة، واتصالات آمنة عريضة النطاق».

من إجمالي الـ270 مليون جنيه إسترليني المقررة، هناك 190 مليون تُضَخّ لأول مرة، في حين سيتم توفير البقية من مخصصات الحكومة السنوية لتمويل البحث العلمي، التي تقارب المليار جنيه إسترليني. ستُوزَّع معظم الأموال من خلال مجلس بحوث العلوم الهندسية والفيزيائية (EPSRC).

قال ديفيد ويلتس ـ وزير العلوم آنذاك - لـ*Nature*: «سيغطي كل مركز موضوعًا تمّ اختياره بعناية، مثل الحوسبة، أو الاتصالات، حيث يمكن أن توفر تقنيات الكَمّ التقدم لتغيير قواعد المجال، والاستفادة من تعزيز التعاون بين الصناعة والأوساط الأكاديمية والحكومية».

تقترح إمبريال كوليدج مركزًا متخصصًا في التحكم في الحالات الكَمِّيَّة للذرات شديدة البرودة. ومشروع إمبريال يمضي حاليًا بالفعل بتمويل من مختبَر علوم الدفاع والتكنولوجيا البريطاني، الذي يهدف إلى تطوير نظام تحديد المواقع فائق الدقة للغواصات، القائم على الكَمّ، لصالح البحرية الملكية. فالغواصات تواجه تحديًا ملاحيًّا، لأنها لا تستطيع الاتصال بالأقمار الصناعية لتحديد المواقع دون الطفو على سطح البحر. يقول فيزيائي إمبريال كوليدج، ورئيس المشروع إدوارد هيندز: «بعد ستة أشهر من التجول تحت المحيط، ربما تكون قد ضللتَ الطريق الذي تعتقد أنك تمضي فيه بشكل سليم». النظام يُعَدّ بدقة أكثر بألف مرة من تكنولوجيا اليوم، دون الحاجة إلى الطفو على السطح. ولأهمية المساحة القصوى في الغواصات، يريد الباحثون أيضًا أن يكون الجهاز صغيرًا؛ يبلغ عرض نموذجهم الحالي 50 سم. ويأمل الفريق البحثي أن يتمكن من التوصل إلى نموذج أوّلي أصغر؛ ليكون متاحًا بحلول عام 2016.

تركِّز فرق أخرى على تطبيقات مختلفة. فمجموعة جامعة لانكستر ـ على سبيل المثال ـ تهدف إلى تطوير أجهزة استشعار وأدوات قياس كمية للاستخدام في مجال الرعاية الصحية، والطاقة النووية، وفقًا لقول يوري باشكين، مدير مركز لانكستر لتكنولوجيا الكَمّ، الذي افتُتح في مايو. ويقول إيان ولمزلي ـ الفيزيائي في جامعة أكسفورد ـ إن المركز الذي اقترحه معهده سيجعل من بريطانيا دولة رائدة عالميًّا في تقنيات الكَمّ الدفاعية، والاتصالات، والأدوية، والمنتجات الدوائية، والمالية، وذلك عبر العمل بأجهزة قوية من الحاسبات، والمحاكِيَات، وشبكات الاتصالات، وأجهزة الاستشعار.

تقول راشيل بيشوب ـ رائدة تحديد موضوعات في بحوث تقنيات الكَمّ بمجلس بحوث العلوم الهندسية والفيزيائية في سويندون ـ إن الهدف من الاستثمار هو تأمين موقع عالمي قوي لبريطانيا في فيزياء الكَمّ، والعمل على بقاء فيزيائيي الكَمّ البريطانيين في بلدهم: «أنتَ كعالِم، تريد أن تعمل في مكان مثير؛ كي تتمكّن من استكشاف أفكارك في بيئة بحثية مموَّلة جيدًا، وهذا هو بالضبط ما تقوم به الحكومة في مجال الكَمّ». ■



يجري التخطيط على قدم وساق لتطوير طرق مراقبة الانهيارات الأرضية في بلدة زانجمو المعرَّضة للخطر في التِّبِت.

المخاطر الطبيعية

مخاطر الانهيارات الأرضية تتصدر جدول الأعمال

يناقش منتدى حول الظواهر الطبيعية المدمِّرة استخدام تقنيات المحاكاة وتحديد أماكن المخاطر.

جين تشيو

تقع بلدة زانجمو في مقاطعة التِّبِت على شفا جرف هارٍ، فيزيائيًّا وإنسانيًّا، إذ يقع المركز التجاري والسياحي النامي على سفح الجبل تحت التهديد الدائم للانهيارات الأرضية، وذلك بسبب مجموعة كبيرة من العوامل الجيولوجية والمناخية والتنموية. فقد بُنيت البلدة ـ التي يبلغ تعدادها 40 ألفًا في أشهر الصيف ـ على أنقاض مهلهلة لانهيارات أرضية قديمة. وكلما ازداد عدد المباني؛ ارتفع خطر حدوث انهيارات كارثية.

وتواجِه تجمُّعات عديدة حول العالم المعضلةَ نفسها. فمع شيوع التقلبات الجوية الحادة، وتضاؤل حجم الأراضي وموارد التنمية الحضرية، «تزداد وتيرة الانهيارات الأرضية وقدرتها التدميرية»، كما يقول سَلفانو برِيسِنيو، رئيس اللجنة العلمية للأبحاث التكاملية عن مخاطر الكوارث، وهو برنامج بحثي دولي، مقره بكين.

تجري الآن معالجة هذه المخاطر.. فقد التقى باحثون في المنتدى الدولي الثالث لمخاطر الانهيارات الأرضية في يونيو الماضي في بكين؛ لمناقشة سبل تحسين رصد هذه المخاطر المدمرة، وكيفية إدارتها والوقاية منها. وقد تضمنت المحاضرات عروضًا لتقنيات مسح أماكن المخاطر، وتوفير الإنذار المبكر، فضلًا عن نماذج حاسوبية تحاكي تأثير هَطْل الأمطار والزلازل. يقول رِكس باوم، الجيولوجي بهيئة المسح الجيولوجي الأمريكية في جولدن بولاية كولورادوا: «مع الزيادة المتوقَّعة في معدل هَطْل الأمطار الغزيرة، ستزداد قابلية الأماكن للانهيارات الأرضية».

إن تفكُّك المنحدرات هو أبرز الانهيارات الأرضية خطورة. وهو يحدث عندما ينفصل جزء من المنحدر الجبلي عن التل. أثناء انحدار الجزء المتفكِّك، تزيد قوى القص من ضغط الماء في الفجوات بين جسيمات التربة والصخور (ضغط الماء المسامي)؛ مما يتسبب في انهيار

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

DAVE PETLEY

مناطق الخطر

وقع 2،620 انهيارًا أرضيًّا مدمرًا في جميع أنحاء العالم، مما تسبب في وفاة 32،322 شخصًا. وقد وقع معظم الانهيارات في قارة آسيا ومناطق نامية أخرى من العالم، لا سيما الصين ومنطقة الهيمالايا.



PURBU ZHAXI/XINHUA PRESS/CORBIS

المواد المنحدرة. تسمى هذه العملية بالإسالة، ويمكن أن تحدث نتيجة لزيادة حجم الماء بسبب هَطْل الأمطار، أو الموجات الزلزالية؛ مما يعجِّل بالانهيار الأرضي، إذ يساعد الماء بشكل كبير على الانزلاق.

إنّ وتيرة هذه الانهيارات المدمِّرة متكررة. ففي عام 2010، أدّت الأمطار الغزيرة في بلدة شوتشو في شمال غرب الصين إلى تدفق سيل من الطين والصخور، اجتاح 550 منزلًا؛ وأدّى إلى وفاة ما يقرب من 1800 شخص. وفي مايو من هذا العام، جرَفَ منحدرٌ مبلَّل بمياه المطر قرية آب بَرَك في شمال شرق أفغانستان؛ مما أسفر عن وفاة أكثر من ألفي شخص.

تُعتبر الدول النامية الأكثر تضررًا (انظر: «مناطق الخطر»). فقد أظهرت دراسة قام بها ديف بيتلي، جيولوجي بجامعة دورهام، بريطانيا، أن معظم ضحايا الانهيارات الأرضية بين عامي 2004 و2010 ، الذين بلغوا 32.322 شخصًا، كانوا من سكان قارة آسيا، وخاصة منطقة جبال الهيمالايا والصين (D. Petley *Geology* **40**, 927–930; 2012)، غير أن التقدم في تقنيات الاستشعار عن بُعْد سهَّل الكشف عن أماكن المخاطر. فقد أصبح ممكنًا استخدام الأقمار الصناعية والليزر والرادارات المحمولة جوًّا، مثل LiDAR وInSAR، لمراقبة التحركات الأرضية، ورسم خرائط دقيقة لأماكن الانهيارات الأرضية المحتملة.

يقول باوم: «أصبحت لدينا مهارة اكتشاف المناطق المعرضة للانهيارات الأرضية، إلا أننا لا زلنا غير قادرين على التنبؤ بحجم أو مسافة تدفق الانهيار في حالة حدوث تفكك للمنحدر». لقد فُوجئ الكثيرون بالانهيار الأرضي الذي ضرب ولاية واشنطن في الثاني والعشرين من مارس الماضي؛ وأسفر عن مقتل 41 شخصًا. يقول باوم: «لم نكن نتوقع حقًّا أن تفكُّك منحدر من كتلة لا يزيد ارتفاعها عن مئتي متر يمكن أن ينزلق لمسافة كيلومتر».

ليس معروفًا كيف يغيّر هَطْل الأمطار ـ الذي يحفز ثلثي الانهيارات الأرضية ـ من ديناميكيات المياه الجوفية وقوة التربة وجسيمات الصخور، على حد تعبير كيوجي ساسّا، جيولوجي بجامعة كيوتو في اليابان. عرض فريق ساسّا في المنتدى المذكور آنفًا محاكاة معملية للانهيارات الأرضية، تختبر كيفية تغيُّر ضغط المياه المسامية وقوة المواد المنحدرة مع زيادة كمية المطر. استطاع الفريق أن يعيد إنتاج انهيارات سابقة حاسوبيًّا، عن طريق تغذية البيانات لنموذج حاسوبي مصمَّم لتكرار عمليات بدء وحركة الانهيار في نموذج لانهيار أرضي.

يقوم ساسّا وزملاؤه ـ من خلال مشروع مموَّل بخمسة ملايين دولار أمريكي من الحكومة اليابانية ـ باختبار هذا النهج على منحدر غير مستقر بجنوب فيتنام، حيث يتجاوز معدل سقوط الأمطار السنوي 4000 ملِّيمتر. وسيقوم الباحثون بتجميع سجلات هَطْل الأمطار، والتنبؤات الجوية؛ لمعرفة ما إذا كان يمكن للمحاكاة والنموذج أن يتنبَّآ بسلوك المنحدر. يقول ساسّا إن الهدف النهائي هو «تطوير نموذج يمكن تطبيقه على جميع المناطق الموسمية».

أما الآن، فإن منطقة زانجمو المعرضة للزلازل والأمطار الغزيرة تحتاج إلى خطة طوارئ عاجلة. فقد أظهر مسح قاده واي فانجتشيانج ـ نائب مدير معهد مخاطر الجبال والبيئة التابع للأكاديمية الصينية للعلوم في تشِنجدو ـ أن هناك طبقة عميقة من أنقاض الانهيارات الأرضية القديمة على عمق 49.75 متر تتحرك بالفعل تحت المدينة، ولكن ببطء. وقد حدَّد المسح 21 موقعًا محتملًا للخطر، قد يفضي بعضها إلى عدة ملايين مكعبة من الأنقاض (أفضى انهيار واشنطن إلى 7.6 مليون متر مكعب من الأنقاض).

«ليست الظواهر الطبيعية هي التي تقتل الناس، ولكنها المنازل المبنية بشكل سيئ، أو التي تقع في أماكن خطرة».

أقرَّت الحكومة الصينية في يونيو الماضي مشروعًا بـ438 مليون دولار أمريكي لتحسين الرصد في منطقة زانجمو، وسيقوم المهندسون بتثبيت أجهزة استشعار؛ لتحديد ضغط المياه المسامية، والبدء في اتخاذ تدابير تؤدي إلى استقرار المنحدرات، وصرف مياه المطر، ومنع تدفق الأنقاض.

يحذِّر المنتقدون من أن حكومات عديدة تنزع إلى الاستثمار في أعمال الإغاثة، والتخفيف من آثار الكوارث، أكثر بكثير مما تستثمِر في الحَدّ من التعرض للمخاطر. يقول بريسِنيو: «يجري الآن البناء في كثير من المناطق الجبلية، دون تخطيط سليم، أو تقييم للمخاطر. ليست الظواهر الطبيعية هي التي تقتل الناس، ولكنها المنازل المبنية بشكل سيئ، أو التي تقع في أماكن خطرة».

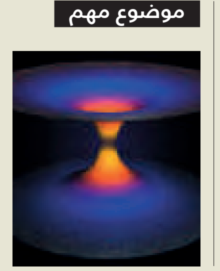
يقول بريسِنيو إن المرحلة الثانية من إطار عمل هيوجو التابع للأمم المتحدة ـ وهي خطة عشرية تهدف إلى الحد من الكوارث الطبيعية، بما فيها الانهيارات الأرضية ـ تهدف إلى المساعدة في التعامل مع هذه المشكلات. ويضيف قائلًا إن أحدث تَجَلِّيات هذه المرحلة، وهو التصدي لتحديات التقلبات المناخية الحادة والتحولات في استخدام الأراضي، سيُعتَمَد في مارس المقبل. «الحد من المخاطر هو مفتاح الحلّ الذي يجب أن يسير بجانب التكيُّف مع التغيُّرات المناخية والتنمية المستدامة». ■

A. CORICHI/J.P. RUIZ

المزيد أونلاين

موضوع مهم





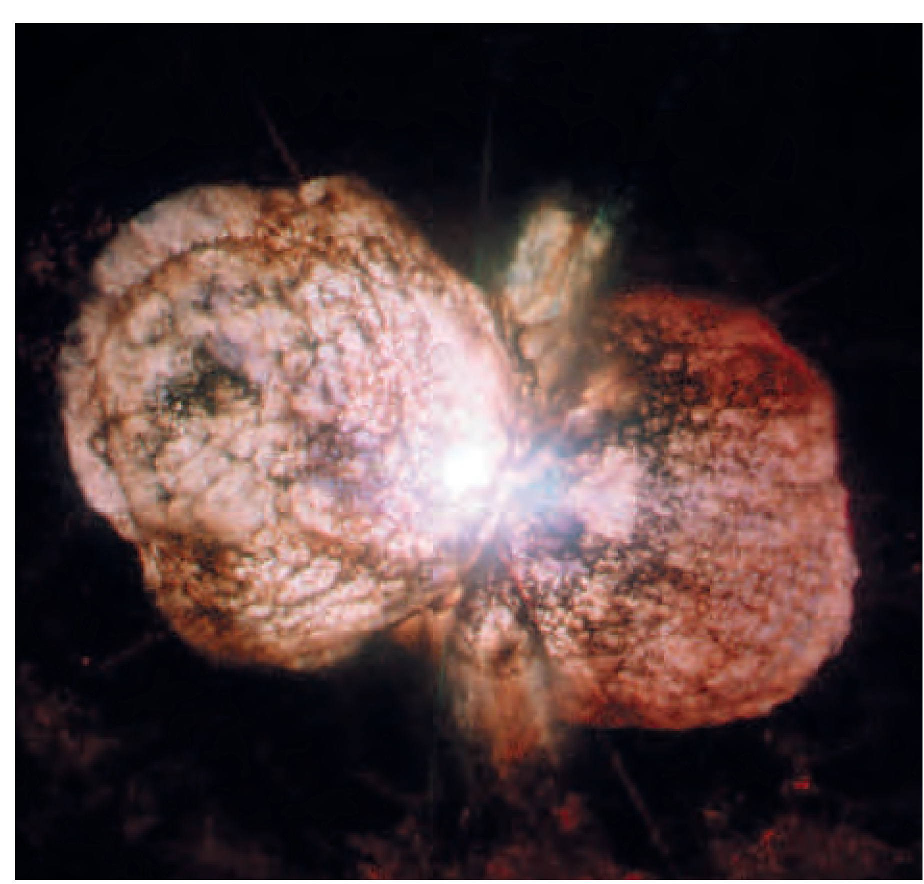
● الارتداد الكمي يحوِّل الثقوب السوداء إلى بيضاء go.nature.com/csxcme

المزيد من الأخبار

● الفيروس غير مكشوف في مريضين بالإيدز من أستراليا go.nature.com/vxsoi6

● المحاصيل يمكن أن تُطعِم ٣ مليار شخص go.nature.com/7dzfv9

● انتشار التحرُّش بشدة في أعمال الأنثروبولوجيا الميدانية go.nature.com/mevfxr



ESA/HUBBLE/NASA

تشبه منظومة النجم الثنائي «إيتا كارينا» هائل الكتلة النجوم الأولى التي تشكَّلت في الكون المبكر.

فَلَك

نجـم ثنائـي يكشف أسـرارًا سمـاوية

سيتيح تقارب شديد لنجمَيْ منظومة «إيتا كارينا» من بعضهما، وتفاعلهما العنيف، نظرةً نادرة على لغز نجميّ.

ألِكساندرا فيتزه

بعد قرون من تحيُّر العلماء بسبب سلوكه شديد الغرابة، قد يكشف نجمٌ قريبٌ بعض أسراره في وقت قريب.

تتألف المنظومة الثنائية «إيتا كارينا»، (η Carinae)، من نجمين يتأرجحان حول بعضهما كل خمسة أعوام ونِصف العام. النجم الأكبر، الذي تساوي كتلته نحو 90 ضعفًا من كتلة الشمس، غير مستقر إلى حد بعيد، ويبدو دائمًا على شفير الانفجار. وعندما يصل النجم الصغير إلى أقرب نقطة من النجم الرئيس، كما يحصل الآن، يؤدي التفاعل فيما بينهما إلى تغيُّرات عنيفة في الإشعاعات عالية الطاقة، الصادرة عن المنظومة.

يراقب الفلكيُّون المشهد، على أمل معرفة ما يقود هذه المنظومة المحيّرة. في أربعينات القرن التاسع عشر، حصل في إيتا كارينا انفجار غامض، وفي العقود الأخيرة، سطعت المنظومة ثانيةً على نحو غير متوقَّع (انظر: «العَرض النجمي»). يقول كْريسّ ديفيدسون، الفلكي لدى جامعة مينيسوتا بمينيابوليس: «النجم في حالة اضطراب شديد، وما مِنْ أحد يعرف السبب».

يمكن لبعض الإجابات أن تأتي خلال فترة قصيرة، إذ يقول التحليل النظري إنه عند اقتراب نجم إيتا كارينا الثانوي من النجم الرئيس، تحفر رياحه النجمية السريعة ثقبًا هائلًا في الطبقات الخارجية من النجم الرئيس (T. I. Madura *et al*. *Mon. Not. R. Astron. Soc.* **436**, 3820–3855; 2013). ويتوقع الفلكيون ـ إنْ كانوا على حق في هذا ـ أن سلسلة معينة من الأحداث قد تَجَلَّت في شهر يوليو، منها زيادة سريعة في إنتاج المنظومة من الأشعة السينية، بعد الانخفاض الذي بدأ في منتصف يوليو.

تنطوي دراسة إيتا كارينا على مضامين تتجاوز كثيرًا فَهْم منظومة سماوية واحدة بعينها. فكشف أسرارها يمكن أن يساعد الباحثين على فهْمٍ أفضل للنجوم القديمة التي وَمَضَتْ في الوجود، إذ إن إيتا كارينا مشابهة بالكتلة لأولى النجوم التي تشكَّلت في الكون قبل مليارات السنين. أما معظم نجوم اليوم، فهي أخف كثيرًا. لذا.. فإيتا كارينا مثال حديث نادر للكيفية التي يمكن بها لمثل هذا النجم كبير الكتلة أن يعمل عند مسافة الرؤية شديدة الوضوح التي تساوي 2300 فرسخ من الأرض.

على امتداد النصف الجنوبي من الكرة الأرضية، يوجِّه الفلكيون المحترفون والهواة تليسكوباتهم نحو هذا النجم في كوكبة كارينا. يقول ثيودور جَلّ، الفيزيائي الفلكي بمركز جودارد للرحلات الفضائية، التابع لناسا، في جرينبلت بميريلاند: «إنه أعظم مجهود على الإطلاق».

ما من أحد يعرف تمامًا متى سيقوم توأم إيتا كارينا بالدُّنو إلى أقرب ما يمكن، أو كيف، إلا أنه كان هناك احتمال أن يمر أمام النجم الرئيس في أغسطس (حسبما ذكر المؤلف وقت كتابته المقال)، وهو يبعد عنه بمسافة تكافئ تلك التي بين المريخ والشمس. ويُصدِر كلا نجمي إيتا كارينا رياحًا نجمية شديدة، تتصادم عند مسافات صغيرة؛ مولِّدة «صدمة منحنية» كتلك التي نراها في مقدمة السفن. ويبدأ التشابك المتبادل سلسلةً من الأحداث الغريبة.

بدأ النجمان السطوعَ ضمن الجزء المرئي من الطيف الكهرومغناطيسي في إبريل، ثم في ذروة حادّة ثانية بدأت في منتصف يونيو، وغالبًا عندما اقترب النجم المرافق وبدأ التفاعل مع رياح النجم الرئيس، كما يقول إدواردو فرناندز لاخوس، الفلكي بجامعة لابلاتا

المزيد أونلاين

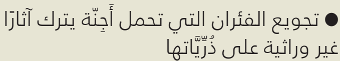
الموضوع الرئيس

● أوّل كُرات «باكي» مصنوعة من البورون، بدلًا من الكربون
go.nature.com/tyzalg

WANG LAB/BROWN UNIV.

المزيد من الأخبار

● تجويع الفئران التي تحمل أَجِنّة يترك آثارًا غير وراثية على ذُرِّيّاتها
go.nature.com/ajhnyw



● كيف قاد تأرجُح الأكسجين التطورَ المبكِّر
go.nature.com/89avhj

● ذكاء الشمبانزي وراثي
go.nature.com/wlsnaj



بودكاست *Nature*

لماذا يفقد مرضى السرطان الوزن/ انضغاط الماس/ معرض خطوط الطول
go.nature.com/nature/podcast

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوطنية بالأرجنتين. وصل إنتاج المنظومة للأشعة السينية ذروته في منتصف يوليو، وانخفض منذ ذلك الحين بسرعة إلى ما يقارب الصفر، على الأرجح عندما أصبحت الرياح المتصادمة التي تولِّد الأشعة السينية غير مستقرة نهائيًّا، وانهارت.

يتعقَّب تليسكوب هابل الفضائي ـ وغيره من الأجهزة أيضًا ـ التغيُّرات الهائلة في بصمات العناصر الكيميائية الموجودة في طيف إيتا كارينا الضوئي. يمكن أن ينتزع التفاعل فيما بين النجمين المتقاربين إلكترونات من عناصر معينة، مثل الحديد والهليوم، مؤيِّنًا إياها على نحو أشد مما يحصل في البيئات السماوية العادية. يقول جَل: «لديك هنا نوى الهليوم العارية، تلك التي يصعب جدًّا صنعها في الظروف العادية». وتساعد مراقبة هذه العملية مع الوقت على كشف كيفية تفاعل الرياح النجمية.

أمضى الفلكي أوجُستو دامينِلي كل ليلة، منذ الخامس والعشرين من يوليو، في مرصد بيكو دوس دياس في جنوب البرازيل، محاولًا التقاط لمحة من إيتا كارينا عبر غيوم الشتاء. وفي التاسع والعشرين من يوليو، عثر فريقه أخيرًا على فجوة قصيرة في الغيوم؛ وتمكَّن من جمع بيانات تُظهِر أن خطًّا طيفيًّا للهليوم ينخفض بالنحو نفسه الذي توقَّعه. كتب دامينِلي في رسالة إلكترونية «هدف! هدف!».

في عام 2009، عندما شهدت إيتا كارينا آخر تقارب لها، انخفض إنتاج المنظومة من الأشعة السينية، ثم عاد وارتفع بسرعة في نصف المدة التي حصل فيها في عام 2003. يمكن لهذا أن يحصل، لأن رياح النجم الرئيس تكون متباطئة، ولذا.. تستغرق المنظومة بكاملها مدة أقصر في العودة إلى طبيعتها. ولو استمرت سرعات الريح في الانخفاض؛ لأمكن لإصدار الأشعة السينية أن يزداد بسرعة تفوق حتى ذاك الذي في المرة السابقة.

إن رؤية اختلافات كبيرة كهذه مِن حَدَث تقارُب لآخر هي «ما ينتظره الجميع»، كما يقول أندريا مِهنِر، الفلكي بالمرصد الجنوبي الأوروبي بسانتياجو في شيلي، الذي يراقب إيتا كارينا باستعمال هابل. ويتابع بقوله: «لا نستطيع إجبار النجم على فعل شيء مثير، إذا لم يكن يريد ذلك». ■

العرض النجمي

أُجْهِد الفلكيون لتفسير السلوك الغريب للنجم الثنائي "إيتا كارينا" الذي سطع على نحو غير متوقع في أربعينات القرن التاسع عشر، ومرة أخرى مؤخرًا.

* الأعداد الأصغر تمثِّل سطوعًا أشد

SOURCE: ASTRONOMICAL OBSERVATORY OF LA PLATA

HANNAH SCOTT

يتهيَّأ الباحثون لحَفْر حُفرة سَبْر، عمقها 1.3 كيلومتر في صَدْع زلزالي قرب واتاروا، نيوزيلندا.

جيوفيزياء

مشروع يسبر أغوار زلزال قادم

ستُلْقِي أجهزة استشعار بحفرة سبر في صَدْع نيوزيلندا الزلزالي نظرةً خاطفة تحت سطح يوشك أن ينصدع.

كاتيا موسكفيتش

للمرة الأولى، يعدّ الباحثون عُدَّتهم لإنزال مجموعة من أجهزة الاستشعار عميقًا في صدع زلزالي؛ لتسجيل اشتداد زلزال كبير، ووقوعه.

سيقوم فريق دولي بحفر حفرة سَبْر، عمقها1.3 كيلومتر بالصدع الألبي في نيوزيلندا، يجمعون من خلالها بيانات مهمة، قد تساعد في التنبؤ بالزلازل مستقبلًا. ينصدع الصدع تقريبًا مرة كل330 عامًا، محدِثًا زلزالًا تصل شدته إلى 8 درجات (K. R. Berryman *et al*. *Science* **336**, 1690–1693; 2012). وقع الزلزال الأخير عام 1717، ولذا.. يُنتظر حاليًا وقوعه في أي وقت قريب.

يقول روبرت ساذرلاند، عالِم جيولوجيا التكتونيات بمعهد «GNS Science» في مدينة لوور هات بنيوزيلندا، وأحد قادة المشروع: «إذا مضينا قُدُمًا لتسجيل الزلزال المقبل، ستكون تجربتنا مميزة جدًّا، جدًّا. قد يوفِّر سِجِلٌّ كامل للوقائع المؤدِّية إلى زلزال كبير ـ وفي أثنائه ـ أساسًا للتنبؤ بالزلازل في الصدوع الجيولوجية الأخرى».

الصدع الألبي، الذي يمتد لنحو 600 كيلومتر ◄



في النطاق

مشروع الصدع الألبي قرب وتاروا، نيوزيلندا، سيقيس درجات الحرارة والضغوط والخصائص الجيولوجية بين الصفيحتين التكتونيتين الأسترالية والهادئة. أجهزة الاستشعار في حفرة السبر سترصد تراكم (الإجهاد) بزلزال منتظر، شدته 8 درجات.

على طول الساحل الغربي لجزيرة ساوث أيلاند، يمثل الحد الفاصل بين الصفيحتين؛ الهادئة والأسترالية (انظر: «في النطاق»). تنزلق هذه الصفائح كل عام بجوار بعضها البعض بمقدار 2.5 سنتيمتر، لتراكم الإجهاد. والجيولوجيُّون على يقين بأنّ الصدع «مهيَّأ كي ينصدع في الزلزال التالي»، كما يقول ساذرلاند، مع وجود فرصة انصداع بنسبة 28% في السنوات الخمسين القادمة. وقد وقع الاختيار على الصدع الألبي تحديدًا كموقع للحفر، لأنه في وقت متأخر جدًّا في دورة الزلازل هذه.

في عام 2011، أكمل فريق ساذرلاند مرحلة اختبار لـ«مشروع الحفر في أعماق الصدع 1» (DFDP-1)، فحفروا حفرتين، أكبرهما تصل لعمق 151 مترًا بالصدع. في الأسبوعين التاليين، بدأ العمل في DFDP-2، الذي سيحفرون فيه حفرة اتساعها 10 سنتيمترات، وعمقها 1.3 كيلومترًا، في الموقع نفسه بالقرب من قرية واتاروا. عند هذا العمق، يصل الفريق إلى «منطقة السحق»، حيث تلتقي الصفيحتان، ويكون قادرًا على أخذ قياسات ممثِّلة لظروف أعماق القشرة الأرضية، حيث تنشأ الزلازل.

سيتكلف المشروع DFDP-2 حوالي 2 مليون دولار أمريكي، ويجري بدعم من البرنامج الدولي للحفر العلمي القارّي في بوتسدام، ألمانيا، وصندوق مارسدن للجمعية الملكية لنيوزيلندا في ويلينجتون.

الجزء الأول من التجربة ينطوي على جمْع العيِّنات الجيولوجية، وإدخال أجهزة استشعار في حفرة ضحلة؛ لقياس درجة الحرارة والضغط داخل الصدع. بعد ذلك، سيتم تدعيم الحفرة وتعميقها، قبل أن يتم إنزال الأجهزة القادرة على تسجيل المؤشرات الرئيسة للنشاط الزلزالي ـ بما في ذلك الصوت، والصورة، ودرجة الحرارة، والضغط ـ في الصدع. ويأمل الفريق في إكمال جميع أعمال الحفر، وزَرْع أجهزة الاستشعار في الحفرة بحلول أوائل ديسمبر المقبل.

> **«إذا مضينا قُدُمًا لتسجيل الزلزال المقبل، ستكون تجربتنا مميزة جدًا، جدًا».**

ستُجرى تغذية البيانات التي يتم جمعها بواسطة أجهزة الاستشعار في برامج محاكاة حاسوبية؛ لاختبار نظريات حول كيفية تصدُّع الصَّدْع، وستساعد الفريق على تطوير نماذج مفصَّلة عن سلوك الصدع في نقاط مختلفة من دورة الزلزال. وإحدى الأفكار التي سيتم اختبارها هي أن الاختلافات الكبيرة في ضغوط المياه الجوفية على جانبي منطقة الصدع يمكن أن تبيِّن ما إذا كان الزلزال وشيكًا، أم لا. يقول جون تاونِند، خبير الزلازل بجامعة فيكتوريا في ويلينجتون، وهو مشارك في المشروع: «يبدو الصدع حاليًا كما لو كان يشكل حاجزًا غير منفذ، ومن المرجح أن الفروق المعتمدة على الوقت في ضغط المياه الجوفية على جانبي الصدع تقوم بدور في توجيه عمليات تكوين نواة الزلزال، وانتشار الموجات الزلزالية».

يساعد العمل أيضًا على تحسين فهم ميكانيكا حدود الصفائح والمخاطر الزلزالية، كما يقول ديفيد بون، عالِم الجيولوجيا في هيئة المساحة الجيولوجي البريطانية في كارديف، غير المشارِك في البحث. يقول بون: «سيدعم هذا الحفر أُسس عِلْم نمذجة تراكم الإجهاد في القشرة الأرضية، والأهم.. تحرير هذا الإجهاد الذي يمكن أن يسبِّب زلازل مدمرة كبيرة، وأخطارًا ثانوية، كالتسونامي، والانهيارات الأرضية، والإسالة»، (التي تتصرف فيها التربة كما لو كانت سائلًا).

استخدم الباحثون بيانات الحفر العميق لنماذج سابقة، في أعقاب الزلزال فقط. يقول ساذرلاند: «لتطوير محاكاة حاسوبية عن كيفية وقوع الزلازل، ينبغي توافر معلومات عن الظروف الأولية داخل الصدع الجيولوجي الذي يتصدع. وبعد تجربتنا، يمكن استخدام بيانات واقعية ـ على أساس الرصد ـ لبناء النماذج؛ مما يجعل قيمتها أكبر بكثير».

المحاولة الكبيرة الوحيدة من قبل لاختلاس نظرة داخل صدع نَشِط كانت لمرصد الأعماق في صدع سان أندرياس (SAFOD)، حيث تم حَفْر حفرة بعمق 3.2 كيلومتر قرب باركفيلد بولاية كاليفورنيا، ولكن هذه كانت تجري في القسم «الزاحف» من الصدع، الذي يشهد زلازل منتظمة، لكنها صغيرة، بدلًا من تصدُّعات كبيرة نادرة.

ورغم أنه ليس عميقًا كـSAFOD، فإن مشروع DFDP-2 يعول على خبرة المشروع الأمريكي، كما يقول كليف ثِربر، عالِم الزلازل في جامعة ويسكونسن ماديسون وأحد المشاركين في DFDP-2. وعلى وجه الخصوص، يأمل الفريق في التعلم من نكسات SAFOD الفنية، ومنها كسر الأجهزة بسبب الحرارة الهائلة والضغوط في أعماق الأرض. كما يفكر ثِربر بالفعل في مشروع الحفر المقبل، وهو ما يود النظر فيه على نحو أقرب من مركز الزلزال، فيقول «إن DFDP-2 مشروع كبير، ولكن أملي أن يكون هناك DFDP-3 للوصول إلى شيء أعمق في وقت قريب». ■

علم البراكين

استطلاع دقيق لأعماق بركان

مشروع لعلم الزلازل يهدف إلى الكشف عن باطن جبل سانت هِلِنز.

ألِكساندرا فيتزه

في واحد من أكبر انتشارات علماء الزلازل في بركان نشط على الإطلاق، يملأ الباحثون جبل سانت هِلِنز بولاية واشنطن بالمعدّات لدراسة النظام المعقد من الحجرات والأنابيب الذي غذَّى الاندلاع الأكثر تدميرًا في تاريخ الولايات المتحدة، بل إنهم أطلقوا في شهر يوليو الماضي انفجارات لتوليد الموجات الزلزالية الخاصة بهم. يمكن لهذا العمل إرشاد البحوث لكيفية عمل البراكين على طول شمال غرب المحيط الهادئ، و النظم الجيولوجية المماثلة حول العالم.

لقد استكشف باحثون بالفعل هياكل الصهارة تحت البراكين، مثل إتنا وفيزوف بإيطاليا، ومشروع جارٍ متعدد التخصصات في جبال الأنديز يستهدف بركانين في بوليفيا وتشيلي، حيث سطح الأرض آخِذ في الارتفاع منذ حوالي عقدين من الزمن. إنّ دراسة جبل سانت هِلِنز فريدة، لأنها تهدف إلى إنتاج صورة ثلاثية الأبعاد على طول البركان وتحته. وإذا سارت الأمور بشكل جيد؛ سيتمكن من فحص ما يصل إلى 80 كيلومترًا تحت الأرض، وهو عمق كافٍ ليتصوّر العلماء الأصول الجيولوجية للجبل.

والبركان جزء من سلسلة جبال الكاسكيد، التي ـ كغيرها من السلاسل البركانية، مثل الأنديز ـ ترتفع حيث تغوص صفيحة من القشرة المحيطة عميقًا تحت القشرة القارِّيّة الأخف وزنًا. تطلِق الكتلةُ التي غاصت المياهَ، التي تنهمر بدورها إلى أعلى؛ فتخفض درجة حرارة انصهار الصخور؛ وتسمح للصهارة بالتشكُّل وتغذية البراكين أعلاها. يودّ علماء

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



اندلاع جبل سانت هِلِنز في عام 1980 أزال جزءًا قَدْره 300 متر من قِمَّة الجبل.

الفيزياء الأرضية أن يفهموا العملية كاملة بشكل أفضل.

يقول ألان لافِندر، عالِم الفيزياء الأرضية بجامعة رايس في هيوستن، تكساس، الذي يقود جزءًا من المشروع: «البراكين أشياء صعبة التصوير. وإذا أمكننا الحصول على صورة من القمة إلى القاع لنظام صهّارة متصل نشط؛ سنقترب كثيرًا من الفهم».

أسرار الدمار

اندلع بركان جبل سانت هِلِنز في مايو 1980، قاتلًا 57 فردًا، ومغطِّيًا معظم الولايات المتحدة الغربية بالرماد. طمس الانفجار 300 متر من أعلى الجبل، وأرسل سيلًا قدره 2.5 كيلومتر مكعب من الحطام ـ أعلى ما سُجِّل على الإطلاق ـ مسرعًا نحو الوادي أدناه. ومنذ ذلك الحين، فحَص واستكشف الجيولوجيون الجبلَ بواسطة جميع الأدوات البحثية، في محاولة لفهم أسباب انفجاره عندما وقع.

والمدهش أنهم لم يعرفوا أبدًا كيفية عمل البِنْيَة التي ترسل الصهارة إلى السطح. يقول قائد المشروع كِنيث كريجر، عالِم الزلازل بجامعة واشنطن في سياتل: «من الواضح أنها ليست في حجرة كروية كبيرة، لأننا كنا نرى ذلك بواسطة تجارب سابقة». وحتى الآن، أفضل صورة لما يحدث تحت سانت هِلِنز تصل إلى 5-8 كيلومتر فقط، كما جاء في دراسة في علم الزلازل أُجريت في عام 2009 (G. P. Waite and S. C. Moran *J. Volc. Geotherm. Res.* **182**, 113-122; 2009).

يقول جون فيدال، عالِم الزلازل بجامعة واشنطن: «نود حقًّا أن تصل الأدوات إلى مستويات أعمق، ومؤخرًا طوَّرنا ذلك». جوهر المشروع الحالي، المسمى «آي موش» iMUSH ـ أو تصوير الصهارة تحت سانت هِلِنز ـ يجمع اثنتين من تقنيات علم الزلازل.. إحداهما تستكشف بالقرب من السطح، والأخرى تفحص العمق.

والدراسةُ الأقل عمقًا ستطلِق الانفجارات حول الجبل. وسيَستخدم مشروع علم الزلازل ـ بقيادة لافِندر، «المصدر النشِط» ـ انفجارات لإنتاج موجات زلزالية، سيتم تسجيلها أثناء عبورها خلال الجبل. وستكشف التغيرات في سرعة الموجات عن الفجوات في بِنْيَة الجبل، مثل حجرات الصهّارة المنصهرة الموجودة في الصخور الصلبة. يأمل الفريق أن ترسم التجربة خريطة؛ للوصول إلى الحدود بين القشرة الأرضية وطبقة الوشاح أدناها، أي حوالي 40 كيلومترًا عمقًا.

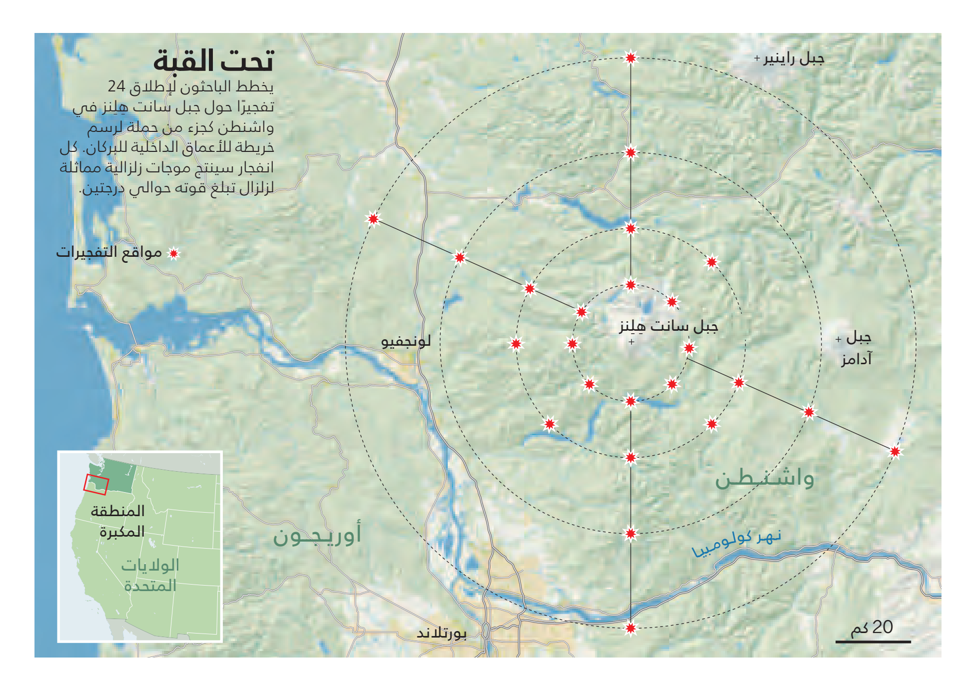
ولإنجاز المهمة، بدأ حوالي 65 فردًا في الانتشار منذ يوليو الماضي في أنحاء الجبل؛ لنشر 3500 جهاز صغير لقياس الزلزلة عبر الطرق والمسارات الخلفية. وسيبدأون في حفر 24 حفرة على عمق حوالي 25 مترًا، ثم يلقون متفجرات صناعية تُستخدم في المحاجر، ويعيدون ملء الحُفَر (انظر: «تحت القبة»). والخطة هي إطلاق المتفجرات على فترات منفصلة على مدى أربع ليال. كل انفجار سيهز الأرض بزلزال تبلغ قوته درجتين.

أجهزة تنصُّت

سيتم تجميع نتائج التفجيرات النشطة مع الجزء الزلزالي السلبي من التجربة، الجاري بالفعل: 70 جهازًا أكبر لقياس الزلزلة حول الجبل، تقيس المدة التي تستغرقها الموجات الناتجة من زلازل طبيعية للسفر عبر الأرض. يمكن استخدام هذه البيانات للفحص على عمق يبلغ 80 كيلومترًا، كما يقول فيدال. في التاسع والعشرين من يونيو الماضي، رصدت التجربة زلزالًا يقع على مسافة قدرها 24 كيلومترًا تحت الجبل. الزلازل الأعمق من 20 كيلومترًا تحدث حوالي مرة واحدة فقط كل عام، ويتوقع علماء «آي موش» أن يمدّهم هذا الزلزال ببيانات قيِّمة عن طرق العمل الجوفية للبركان.

يجمع مكوِّن ثالث لمشروع «آي موش» بيانات عن الخواص المغناطيسية والكهربية داخل الأرض، كاشفًا عن الأجزاء المنصهرة والرطبة داخل البركان. ربما يساعد هذا العمل في توضيح ما إذا كان جبل سانت هِلِنز يشترك في حجرة صهارة مع جبل آدامز المجاور، أم لا، وهو اقتراح مثير للجدل، تم طرحه عام 2009، ولم يُحسَم حتى الآن (G. J. Hill *et al*. *Nature Geosci*. **2**, 785-789; 2009).

ربما يكشف دَمْج جميع البيانات أيضًا عن مدى إعادة امتلاء حجرة الصهارة بالبركان منذ أحدث نوبات نشاطها بين عامي 2004 و2008، وهو مؤشر محتمَل لتوقيت اندلاعها مجددًا. يقول أوليفيه باخمان، عالِم البراكين بالمعهد الفيدرالي السويسري للتكنولوجيا في زيورخ: «سيكون هذا إسهامًا كبيرًا لمجالنا. إنها فرصة رائعة.. تلك التي لدينا هنا». ■




MARTIAL TREZZINI/EPA/CORBIS

أكبر مُصَادِم في العالم، المقترح إنشاؤه في الصين، قد يتفوق قريبًا على مصادم الهادرونات الكبير في سيرن، الذي يبلغ طوله 27 كم.

فيزياء الجسيمات

الصيـــن تخطِّط لمُصَـــادِم فائق

مقترحات لإنشاء مُعَجِّلَيْن يجعلان من الصين عاصمةً لمُصَادِمات العالَم.

إليزابيث جيبني

قادت أوروبا والولايات المتحدة مجال مُصَادِمات الطاقات العالية لعقود، غير أن واحدًا من المشروعات المقترحة في الصين، الذي يجمع زخمًا في صمت، قد يؤدي إلى أن تصبح الصين في طليعة عِلْم فيزياء الجسيمات.

يخطِّط العلماء في معهد فيزياء الطاقات العالية (IHEP) في بكين ـ بالتعاون مع شركاء دوليين ـ لبناء «مصنع هيجز» بحلول عام 2028، وهو حلقة تحت الأرض، محيطها 52 كم، تتصادم فيها الإلكترونات مع البوزيترونات. ستسمح تصادمات هذه الجسيمات الأساسية بدراسةٍ أكثر دقة لجسيمات هيجز، مقارنةً بالمُصَادِم الأصغر المسمَّى بمُصَادِم الهادرونات الكبير (LHC) في المختبر الأوربي لفيزياء الجسيمات بسيرن، بالقرب من جنيف بسويسرا.

يقول علماء الفيزياء إن المشروع الصيني ـ الذي تبلغ كلفته 3 مليارات دولار أمريكي ـ قابل للتحقيق تقنيًّا، ومعقول من ناحية التكلفة والرؤية. وتأمل الصين أن يمثِّل هذا المُصَادِم أيضًا نقطة انطلاق نحو جيل جديد من المُصَادِمات - مُصَادِم بروتون-بروتون فائق .

أبدت فِرَق أوروبية وأمريكية اهتمامًا ببناء مُصَادِمات فائقة خاصة بها (انظر: *Nature* **503**, 177; 2013)، لكن كمية البحوث الهائلة اللازم إجراؤها قبل بناء مثل هذا المُصَادِم تعني أن أقرب موعد مستهدَف للتشغيل هو عام 2035. في الوقت نفسه، ترغب الصين في بناء مُصَادِم إلكترون-بوزيترون، دون أي تمويل دولي إذا لزم الأمر، ثم إتْبَاع ذلك بمُصَادِم البروتونات الفائق بأسرع ما يمكن تحقيقه تقنيًّا. ولأنه من المرجَّح ألَّا يتم بناء أكثر من مُصَادِم فائق واحد في العالم، فالزخم الحالي يثبت موقع الصين بقوة في ريادة هذا المجال.

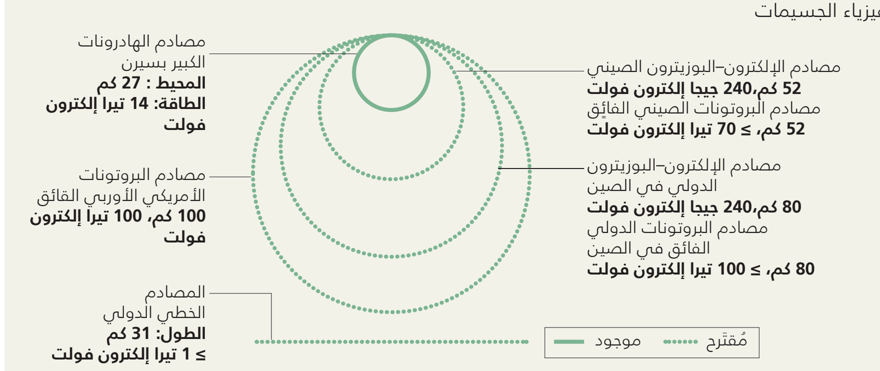
تَحَدَّث يفانج وانج ـ مدير IHEP ـ في يوليو الماضي بالمؤتمر الدولي لفيزياء الطاقة العالية في فالنسيا بإسبانيا قائلًا إن توفير الدعم الحكومي يتطلب أن تعمل الصين نحو هدف أقرب من بناء مُصَادِم فائق في عام 2035، و«لا يمكن الحديث عن مشروع سيعمل بعد عشرين عامًا من الآن».

تكمل مُصَادِمات إلكترون-بوزيترون، ومُصَادِمات الهادرونات ـ مثل مُصَادِم سيرن ـ بعضها البعض. تشبه مُصَادِمات الهادرونات المطارق الثقيلة التي تضرب البروتونات (نوع من الهادرونات يضم ثلاثة جسيمات أساسية تُسمّى كواركات) عند طاقات عالية؛ لتبحث فيما ينطلق من تلك العملية. أما مُصَادِمات إلكترون-بوزيترون ذات الطاقة المنخفضة، فتنتج تصادمات أقل تعقيدًا، وأسهل في تحليل نتائجها، حيث إن المتصادمات هي جسيمات أساسية. ومن خلال الفحص التفصيلي لتفاعل بوزونات هيجز مع الجسيمات الأخرى، سيكون المُصَادِم الصيني المقترَح قادرًا على اكتشاف ما إذا كان هيجز مجرد جزيء بسيط، أم أنه شيء آخر أكثر غرابة. وهذا من شأنه مساعدة الفيزيائين على تقدير ما إذا كانت جسيمات هيجز تُجَارِي توقُّعات النموذج القياسي للفيزياء، أم أن هناك ـ على سبيل المثال ـ أنواعًا أخرى من بوزونات هيجز.

سيمثل هذا المُصَادِم قفزة كبيرة بالنسبة للصين، إذ لا يتجاوز محيط أكبر مُصَادِم في الصين حاليًا 240 مترًا. لقد كان من الممكن أن يتشكك علماء الفيزياء قبل عشر سنوات في قدرة الصين على استضافة مُصَادِم محيطه 52 كم، كما يقول أيان شيبسي، عالِم الفيزياء التجريبية في جامعة أكسفورد ببريطانيا، ولكن بعد عدة نجاحات في تجارب المُصَادِمات والنيوترينو، بما في ذلك توضيح

مسار التصادم

يقوم الفيزيائيون حول العالم بتصميم مصادمات أكبر حجمًا من مصادم الهادرونات الكبير بسيرن، المختبر الأوروبي لفيزياء الجسيمات



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيف يتقلب النيوترينو بين نوع وآخر في عام 2012، «أصبح لدى الصين، لأول مرة، من الثقة ما يجعلها تشرع في تشييد مُصَادِم جديد وطموح»، كما يقول شيبسي.

لم توافق الحكومة الصينية على أيّ تمويل بعد، لكنّ تَزَايُد الثقة في اقتصاد البلاد جعل علماءها يعتقدون أن المناخ السياسي قد أصبح مواتيًا، علي حد تعبير نِك ووكر، فيزيائي مُعَجِّلات في مختبر الطاقة العالية بهامبورج بألمانيا (DESY). يقول ووكر إنّ هناك بعض القضايا التقنية التي لا تزال عالقة، مثل الحفاظ على متطلبات الطاقة منخفضة لمُصَادِم يَستخدِم الطاقة بكثافة. ورغم ذلك.. تُعَدّ هذه الأمور غير مؤثرة.

لا يزال أمام الصين طريق طويل، حتى تهيمن على علوم المُصَادِمات. ويُعتبر صغر حجم المجتمع العلمي لفيزياء الجسيمات في الصين هو نقطة الضعف الرئيسة، كما يقول جيدو تونيلي، وهو فيزيائي جسيمات، والمدير السابق لواحدة من تجربتين كبيرتين في مختبر سيرن. وأضاف بأنه إذا شَيَّدَت الصين ـ في نهاية المطاف ـ مُصَادِمًا فائقًا، فإن هذا المشروع يجب أن يكون دوليًّا، لأن «أحدًا بمفرده لايستطيع الاضطلاع بهذه المهمة».

يقول وانج إن الصين سترحب بإسهامات التمويل الدولية لكلا المشروعين؛ وسيكون من الممكن توسيع حجم الحلقة لتصبح 80 كم (انظر: «مسار التصادم»)؛ مما يوسّع من نطاق المشروع. وأضاف قائلًا إن الصين لن تنتظر إسهامات الشركاء الدوليين كي تمضي قدمًا.. فسوف ينتهي التصميم الأوَّليّ في العامين المقبلين، مع معرفة التحديات التقنية التي يجب التغلب عليها. وستتبع ذلك خطط للتصميم المُفصَّل والميزانية والموقع؛ ليبدأ التشغيل في مدة لا تزيد على خمس سنوات.

«يجب أن يعمل العالم مع بعضه البعض لإيجاد أفضل مكان للمصادم الفائق.»

يقول شيبسي إنه من الناحية العملية لن يتم بناء أكثر من مُصَادِم فائق واحد في العالم، وبالتالي «يجب أن يعمل العالَم مع بعضه البعض؛ لتحديد أفضل مكان له» وفي أسرع وقت ممكن. وهو يعتقد أن خطط الصين في الخمس سنوات المقبلة ستُحدِث منافَسةً إيجابية بين الصين وأمريكا وأوروبا، سيخرج منها في النهاية فائزٌ واحد.

هناك تعقيد أخير يتعلق بالخطط القائمة لتشييد مُصَادِم خَطِّي دولي (ILC)، وهو مُعَجِّل إلكترون-بوزيترون خَطِّي قد يعمل عند طاقات أعلي بكثير من مُصَادِم إلكترون-بوزيترون الدائري ذي محيط الـ52 كم، المقترح إنشاؤه في الصين. يؤيد الفيزيائيون مشروع المُصَادِم الخطي الدولي بقوة، ولكنه لم يوفّر بعد التمويل اللازم، أو يحدِّد الدولة المضيفة، كما يقول براين فوستر الذي يقود الفريق الأوروبي للتخطيط للمُعَجِّل الدولي. يخشى فوستر أن تؤدي خطط الصين إلى إضعاف الدعم لهذا المشروع.

أظهرت اليابان اهتمامًا كبيرًا لاستضافة المُعَجِّل الدولي الخطي، ولكنها لم تستطع أن تحسم الأمر كما يقول فوستر، الذي يقترح أن تدخل الصين بحجة أن المُعَجِّل الخطي الدولي ذو نطاق أوسع من الطاقات، مقارنةً بمُصَادِم دائري، وبالتالي فبإمكان المُعَجِّل الخطي دراسة ما هو أبعد من هيجز.. فقد يستكشف أمورًا أخرى غير مفهومة، مثل الكوارك العلوي، وغيرها من الظواهر الأخرى التي يحاول أن يكتشفها مُصَادِم الهادرونات الكبير. ■

المداهمات الكبرى

تعتبر مداهمة فيروس الإيبولا الحالية لأفريقيا هي الأكبر في التاريخ حتى يومنا هذا، وذلك بعد تأكيد إصابة 800 حالة. بعدما تم الإبلاغ عن حالات الإصابة الأولى في غينيا في مارس الماضي، انتقل الفيروس للدولتين المجاورتين، ليبيريا وسيراليون. وقبل ذلك انتشر في وسط أفريقيا.

الأمراض المُعْدِيَة

عـلاج الإيبـولا رَهْـن النسـيان

الإمدادات اللوجستية، ونقص التمويل يَحُولان دون استخدام الأدوية واللقاحات التجريبيّة المتوفرة لمكافحة تَفَشّي الإيبولا في أفريقيا.

سارة ريردون

لم يتم استقبال عاملي الإغاثة الصحية ـ الذين يواجهون الانتشار السريع للإيبولا في غرب أفريقيا ـ بحماسة، إذ بدا أن هؤلاء الزوّار المتحصِّنين ببدلاتهم العازلة لم يجلبوا معهم سوى الموت. توفي معظم المرضى الذين أُدخلوا إلى المستشفيات المؤقتة، دون أن يُسمَح لعائلاتهم باستلام جثثهم، أو الاقتراب منها. وانتشرت إشاعات بأن هؤلاء الزوار الجدد يقومون بجمع الأعضاء البشرية، أو إجراء تجارب فتّاكة على المرضى.

وبذلك، تشتّت الناس هناك؛ ليسوء الوضع أكثر. قضى تَفَشّي الإيبولا ـ الأعنف في التاريخ حتى الآن ـ على أكثر من 670 شخصًا في غرب أفريقيا. ويُعتقَد أن العدوى طالت 400 شخص آخرين، دون أن تَظهَر أي علامات لانحسارها (انظر: «الاندلاعات الكبرى»).

وحتى الآن، ليس بيد الأطباء أي علاج لتقديمه للمصابين. وعلى العيادات ـ التي تعاني أصلًا من قِلَّة الكوادر ـ القيام بمهام كثيرة، كعزل المرضى المصابين، والتقصِّي لإيجاد عائلاتهم، وفَرْض الحَجْر الصحي عليهم، بالإضافة إلى تثقيف العامة حول كيفية تجنُّب نشر عدوى المرض. ورغم وجود بعض الأدوية لعلاج الإيبولا، وبعض اللقاحات للوقاية من العدوى، إلا أنها ما زالت في مراحل الاختبار، بسبب نقص الموارد المالية، وضآلة الطلب العالمي عليها. وحتى لو دفعت العجلة إلى الأمام، لن يكون بوسع المرضى الذين يحتاجونها الحصول عليها خلال الأشهر القليلة القادمة، إذ يتطلب تطويرها سنوات.

يبدو أنّه كان بالإمكان تفادي هذا الوضع السيئ، كما يعتقد باحثون مثل هاينز فِلدمان، عالِم فيروسات لدى المعهد الوطني الأمريكي للحساسية والأمراض المُعْدِيَة (NIAID) بمدينة هاميلتون في ولاية مونتانا. ففي عام 2005، نشر فِلدمان صيغة للقاح بناء على فيروس التهاب الفم الحُوَيْصِلي، نتج عنه لقاح فعّال للإيبولا عند تجربته على القرود الآسيوية (الماكاك) (T.W. Geisbert *et al*. *PLoS Med*. **2**, e183;2005)، ولكن نقصت الأموال اللازمة للمضي قدمًا للخطوة التالية، وهي اختبار سلامة اللقاح لدى الأشخاص المعافين، حسب أقوال فِلدمان. وإذا ما قورن فيروس الإيبولا بانتشار فيروس الإيدز أو الملاريا، «لا تُعتبر الإيبولا مشكلة صحة عامة ذات أهمية كبيرة من حيث انتشارها عالميًّا»، كما يقول فيلدمان، وبالتالي فهي لا ◀

◀ تجذب اهتمام الممولين في القطاعَين الخاص أو العام على السواء.

يقول توماس فريدن، مدير المركز الأمريكي لمكافحة الأمراض والوقاية في أتلانتا بولاية جورجيا : «الصحة العامة بصيغتها التقليدية القديمة قد تُجدي نفعًا مع الإيبولا. فمن الممتاز الحصول على لقاح، ولكن ليس بالأمر السهل تطويره، كما أنه ليس واضحًا على مَنْ سيتم اختباره».

يبدو لقاح فيروس التهاب الفم الحويصلي خيارًا واعدًا؛ فبالإمكان استخدامه بهدف الوقاية من الإصابة بالعدوى، كما يمكن استخدامه بعد إصابة شخص بالعدوى مباشرةً. وقد تم استخدام اللقاح على فَنِّيَّة مختبر ألمانية في عام 2009، بعد أن وخزت نفسها ـ دون قصد ـ بإبرة ملوثة بفيروس الإيبولا. ورغم أنه ليس واضحًا ما إذا كانت قد أصيبت فعلًا بالعدوى، أم لا، إلا أنها بقيت على قيد الحياة بعد تلك الحادثة، ولم تعانِ من أية تأثيرات مرضية ناجمة عن اللقاح. يقول توماس جايسبرت، مختص في علم الأحياء الدقيقة من جامعة تكساس مِديكال برانش في جالفِستون، ويعمل أيضًا على العقار: «كافة العاملين لديّ هنا في المختبر على استعداد للتطوع لتَلَقِّي اللقاح».

طوَّر مركز أبحاث اللقاحات ـ التابع للمعهد الوطني الأمريكي للحساسية والأمراض المعدية في بيثيسدا بولاية ميريلاند ـ عقارًا يتم حمله بواسطة فيروس حمّى الشمبانزي الغُدية، الذي يشبه الفيروس المُسَبِّب للزكام. ويأمل المعهد أن يبدأ باختبار اللقاح لدى الأشخاص المعافين مع بداية الشهر الحالي. يقول بارني جراهام، مدير مركز البحث بالوكالة إن المعهد يجري محادثات مع إدارة الغذاء والدواء الأمريكية (FDA)؛ لتسريع عملية المصادقة على اللقاح، وهو أمر ساعده انتشار الإيبولا في غرب أفريقيا.

وبالإمكان كذلك تسريع خطوات عمل شركات التقنية الحيوية التي تعمل على تطوير علاجات لهذا المرض، إذ تعمل شركة «ماب بايوفارماسوتيكالز» ـ من سان دييجو بولاية كاليفورنيا ـ على اختبار تركيبات لمضادات حيوية وحيدة النسيلة تستهدف الفيروس، كما تأمل أيضًا في بدء اختبار هذه العلاجات على البشر قريبًا. وبتمويل بلغ 140 مليون دولار من وزارة الدفاع الأمريكية، تقوم شركة «تِكميرا» في برنابي بكندا باختبار علاج يُدعى «تي كي إم-إيبولا» (TKM-Ebola)، يعمل على استخدم جزيئات الحمض النووي الريبي (RNA) الصغيرة؛ لربط الفيروس واستهدافه لتدميره. وقد بدأت الشركة باختبار اللقاح على البشر في يناير الماضي، إلا أن إدارة الغذاء والدواء الأمريكية أوقفت الدراسة في الثالث من يوليو الماضي، وذلك لتوفُّر الشركة المزيد من المعطيات حول آلية عمل الدواء. تقول شركة تِكميرا إنّها واثقة من أنّه سيكون بوسعها استئناف التجربة قريبًا.

يرى أرماند سبرتِشر، متخصص في الصحة العامة لدى منظمة «أطباء بلا حدود» من بروكسل، أنّ توقيت انتشار وباء الإيبولا «سيئ»، ويقول: «لو انتشر الفيروس بعد عام أو اثنين من الآن، لربما كنا في وضع أفضل».

قد تتم المصادقة على استخدام علاج من قِبَل إدارة الغذاء والدواء الأمريكية على أساس «الاستخدام الرحيم»، إلا أنّ هذه العملية يجب أن تنسجم مع قوانين الدولة المضيفة. يقول جين أولينجر، عالِم فيروسات لدى منظمة «إم آر آي جلوبال» لأبحاث العقود في فريدريك بولاية ميريلاند: «لا بد أن تطلب الدولة (المضيفة) مثل هذا الأمر، إذ ليس بالإمكان فَرْضُه عليها. وعلينا أن نتّبع السياسة الداخلية للدولة المضيفة فيما يتعلق بتطوير واختبار الأدوية». ■


ALFREDO CALIZ/PANOS

ممرضة تجهز لتطعيم طفل بلقاح العقدية الرئوية وفيروس روتا في غانا.

الأمراض المُعْدِيَة

فائــدة خَفِيَّــة للتــطعيم

التطعيم للوقاية من العقدية الرئوية في أفريقيا يقلل أيضًا من مستويات المقاومة للمضادات الحيوية.

إيوين كالاواي

ستنضم كل من إريتريا وساحل العاج والنيجر هذا الصيف إلى القائمة المتنامية من الدول التي يتم فيها تطعيم الأطفال للوقاية من الالتهاب الرئوي والتهاب السحايا، بالإضافة إلى أمراض أخرى مميتة، تسببها العِقدية الرئوية (*Streptococcus pneumoniae*). ويعتبر الالتهاب الرئوي أحد أكثر الأمراض تسبُّبًا في قتل الأطفال في الدول ذات الدخل المتدنِّي؛ إذ تشير تقديرات التحالف العالمي للقاحات والتطعيم «جافي» GAVI، من جنيف، وهي منظمة دولية لتسهيل التطعيم، بأن التطعيمات أسهمت في منع نحو 500.000 حالة وفاة في الفترة بين 2010 حتى نهاية هذا العام.

وتشير بيانات قادمة من جنوب أفريقيا إلى فائدة إضافية للتطعيم، ألا وهي إيقاف المقاومة المتزايدة للمضادات الحيوية في الدول النامية. لم يقتصر تقديم لقاح الالتهابات الرئويّة المقترن (PVC) عام 2009 في جنوب أفريقيا على خفض ثلثي مجمل حالات الإصابة بالأمراض الاجتياحية التي تسبِّبها العقدية الرئوية لدى الأطفال (المجموعة العمرية التي تلقَّت اللقاح) والبالغين، ولكنها أيضًا أدَّت إلى خفض الالتهابات المقاومة للبنسلين في المجموعتين.

هذه هي المرة الأولى التي تُرصَد فيها مثل هذه الفائدة خارج البلدان المتقدمة. وهذه المعطيات جديرة بأن تستنهض مسؤولي الصحة العامة في الدول ذات الدخل المنخفض، والتي لم تتبنَّ هذا اللقاح بعد؛ لبدء استخدامه، كما تقول آن فون جوتبرج، خبيرة في الأحياء الدقيقة الإكلينيكية لدى المعهد الوطني للأمراض المعدية

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

في جوهانسبرج وقائدة الدراسة (انظر: «حماية الأطفال»). وقد قامت مجموعة العمل التي تقودها بإعلان النتائج في مؤتمر، ولكن لم يتم نشرها حتى الآن.

إنّ مشكلة مقاومة المضادات الحيوية متفاقمة بشكل خاص في الدول ذات الدخل المنخفض، إذ يجتمع فيها الإفراط في صرف المضادات الحيوية، وتَرَدِّي الأنظمة الرقابية، مع وسط يرتفع فيه العبء العام للأمراض مع سوء حال الصرف الصحي؛ ليزيد بالتالي من استخدام الأدوية المضادة للجراثيم. وخلص استقصاء حديث أجرته منظمة الصحة العالمية إلى أن نِسَب مقاومة الكلبسيلة الرئوية (*Klebsiella pneumoniae*) بلغت مستويات مرتفعة قد تصل إلى 54%، ولوحظ وجود انخفاض في حساسية الالتهابات الرئوية للبنسلين حول العالم، وقد وصلت إلى 50% في بعض التقارير.

أسهَم تقديم التطعيمات للوقاية من الالتهابات الرئوية في شمال أمريكا وأوروبا، وفي أجزاء أخرى مرفّهة من العالم في العقد الماضي، في خفْض عدد حالات الإصابة بأمراض الالتهاب الرئوي الاجتياحيّة لأكثر من الثلث لدى الأطفال الذين تَلَقَّوا التطعيم، والبالغين الذين لم يتلقوا التطعيم، والذين يلتقطون العَدْوَى عادةً من الأطفال. كما أسهَم التطعيم في خفض عدد الالتهابات الرئوية الخطِرة، التي كانت مقاومة للأدوية الأساسية من المضادات الحيوية، مثل البنسلين.

ووجدت دراسة تم إجراؤها في الولايات المتحدة الأمريكية، بين عامي 1998 و2008، انخفاضًا في الالتهابات الرئوية المقاوِمة للمضادات الحيوية لدى الأطفال، بلغ 64%، وانخفاضًا لدى البالغين فوق سن الـ65 بلغ 45% (L. M. Hampton *et al*. *J. Infect. Dis.* **205**, 401-411;2012). وتستهدف اللقاحات المختلفة للالتهابات الرئوية مجموعة قليلة (7 أو 10 أو 13، حسب اللقاح) من الأنواع التسعين (من أنواع الأمصال) للعقدية الرئوية، إلا أنّ هذه الأنواع السبعة هي من أكثر الأنواع التي يُحتمل تطويرها لمقاومة للمضادات الحيوية. والنتيجة تكون خفضًا أكبر لسلالات العقدية الرئوية القادرة على مقاومَة المضادات الحيوية لدى السكان، عند مقارنتها بالسلالات الحساسة.

بدأت الدول ذات الدخل المنخفض في نشر اللقاحات؛ للوقاية من الالتهابات الرئوية حوالي عام 2009. ومن المتوقع أن تقدِّم أكثر من 40 مِن هذه الدول التطعيم للأطفال حتى عام 2015. تحصل دول كثيرة من هذه الدول على اللقاحات مجانًا، أو ربما بأثمان مخفضة، عبر الدعم المالي الذي يقدمه تحالف «جافي». تقول كاثرين أوبرين، عالمة وبائيات من مدرسة جون هوبكنز بلومبرج للصحة العامة من بالتيمور بولاية ميريلاند: «حصول الدول ذات الدخل المنخفض على تلك اللقاحات في غضون عشر سنوات فقط هو أمر سريع بشكل مذهل». وقد أشارت إلى أن معظم اللقاحات وصلت إلى سكان العالم الأكثر فقرًا، بعد وقت طويل من وصولها إلى البلدان المتقدمة.

مَوَّلَت جنوب أفريقيا ـ التي لا تندرج ضمن الدول المؤهَّلَة للحصول على دعم تحالف جافي ـ برنامج اقتناء لقاحات الالتهابات الرئوية في عام 2009، باستخدام لقاح السلالات السبع PCV7، بينما قام فريق فون جوتبرج بتعقُّب تأثير برنامج التطعيم. ويختلف خليط أمصال الالتهابات الرئوية المنتشر في جنوب أفريقيا عن خليط أمصال الالتهابات الرئوية المنتشر في الدول الغربية، الذي تم تصميم لقاح السلالات السبع من أجله. كما أن نوعيات الناس الذين يُصابون بالالتهاب الرئوي في جنوب أفريقيا مختلفة كذلك، فالبالغون المصابون بالإيدز، خاصة من الأمهات، معرَّضون لالتقاط المرض مع أبنائهم وغيرهم من الأشخاص البالغين.

ورغم هذه الاختلافات، لاحظ فريق فون جوتبرج انخفاضًا حادًّا في نِسَب الإصابة بالالتهابات الرئوية الاجتياحية بعد بدء التطعيم. وبحلول عام 2012، انخفض عدد الحالات التي تسبِّبها الأمصال التي تدخل في تركيبة اللقاح، بشكل حاد، لدى الأطفال بالغي منتصف العمر (بنسبة 89% و57% بالترتيب)، كما انحسرت كذلك الالتهابات المقاومِة للمضادات الحيوية بهذه الأمصال، لدى الصغار (بنسبة 82%)، وعبر كافة الفئات العمرية. تشير هذه النتائج إلى أنّ تأثيرات اللقاح في الدول الغربية انتقلت إلى الأطفال والبالغين في الدول الأفريقية جنوب الصحراء. تقول فون جوتبرِج إن نسبة حالات الإصابة المقاومة للأدوية انخفضت أكثر من حالات الإصابة الحساسة للأدوية.

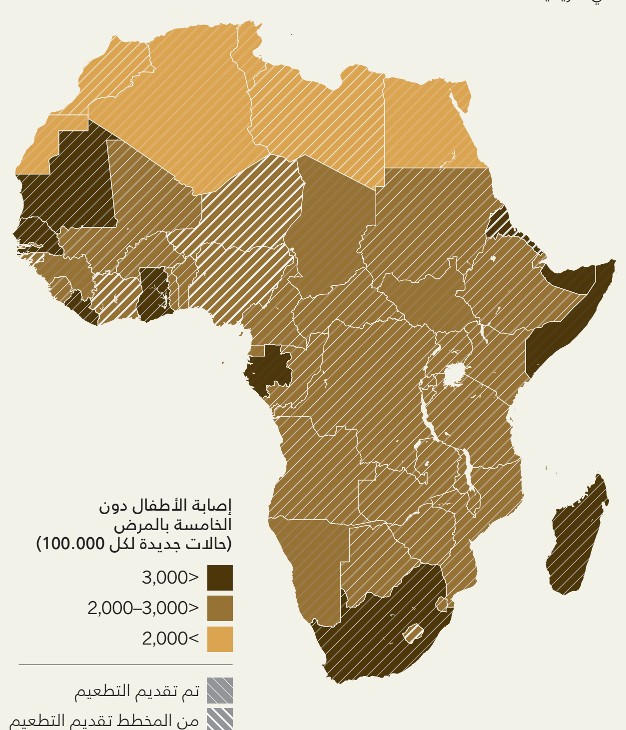
وتقول أوبرين إنّ هذه المعطيات تشير إلى أنه لا بد أن تجني دول أخرى، من دول أفريقيا جنوب الصحراء، فائدةً مشابِهة بعد أن تقوم هي الأخرى بتقديم اللقاح. هذا.. وسجّلت جهود الرصد المستمرة لتأثير لقاح PCV10، الذي انطلق عام 2010 في مقاطعة كينيّة، انخفاضًا شديدًا في الالتهابات الرئوية الحادة (انظر: go.nature.com/bxh6qp).

يجب أن يقود الانخفاض في مقاومة الالتهابات الرئوية للمضادات الحيوية إلى استخدامٍ أقل للمضادات الحيوية إجمالًا، إذ وجدت دراسة أجريت في فنلندا أن تقديم أنواع مختلفة من لقاحات الالتهابات الرئوية يقلل من صرف المضادات الحيوية بـ8% (A. A. Palmu *et al*. *Lancet Infect. Dis.* **14**, 205-212; 2014). وبالإضافة إلى ذلك.. إذا كان الأطباء على ثقة بأن المضادات الحيوية الأساسية ستؤدي إلى معالجة الالتهابات الرئوية الخطرة بانتظام؛ «فلن يشعر الأطباء بالحافز لوصف المضادات الحيوية المهمة»، كما تقول أوبرين. وتباعًا، سيسهم الاستخدام الرشيد للمضادات الحيوية في تدارك تطوير مقاوَمة لهذه للأدوية.

تأمل فون جوتبرج أن تشجِّع المعطيات ـ التي جمعها فريقها ـ الدول التي لم تلجأ إلى الحصول على اللقاح بعد، في أن تحذو حذو إريتريا، والنيجر، وساحل العاج، إذ تقول: «إنه لأمر جيد أنْ يصبح بأيدينا سلاح إضافي في معركة خفْض مقاومة المضادات الحيوية. فمن شأن هذا الأمر أن يقنِع الحكومات». ■

حماية الأطفال

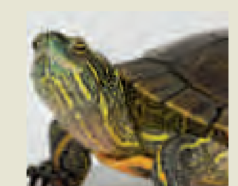
يحرز التطعيم الوقائي من الالتهابات الرئوية - أحد أبرز مسببات وفاة الأطفال الصغار - تقدمًا في أفريقيا.



SOURCE: GAVI ALLIANCE

المزيد أونلاين

قصة رئيسة



● العيوب تظهر في شجرة الحياة المبنية من الحمض النووي الريبي. go.nature.com/aaak8a

LUKE MAHLER/UNIV. CALIFORNIA, DAVIS

المزيد من الأخبار

● الكويكب لم يَمْحُ الديناصورات تقريبًا go.nature.com/pndxyb

● جنوب غرب الولايات المتحدة يستنزف مخزون المياه الجوفية go.nature.com/cowany

● باحثون يَدْعُون إلى سهولة الوصول إلى وسائل منع الحمل go.nature.com/xpgtfc

***Nature* بودكاست**



إعادة التطور في المختبر، ومدمّرات السدود الأمريكية، وسنوات الأرض الأولى العنيفة go.nature.com/podcast

علم الوراثة

صَيْد جيني ثمين لمجال الصحة النفسية

سيل من المواقع الجينية المرتبطة بمرض الفصام المكتشَفة حديثًا يؤدي إلى دَفْعَة مالية قوية في مجال أبحاث الصحة النفسية.

سارة ريردون.

أخذ الباحثون الذين يبحثون فك الشفرة الجينية المعقدة وراء الاضطرابات العقلية خطوةً كبيرة نحو تحقيق هدفهم، إذ قامت دراسة[1] نُشِرت في 24 من يوليو الماضي في دورية *Nature* بربط 108 مواقع جينية بمرض الفصام، العديد منها يُكتشف للمرة الأولى. أتت تلك النتائج المشجعة في اليوم ذاته الذي تلقّت فيه الأبحاث الرامية إلى فهم الحالات النفسية بشكل أكبر تَبَرُّعًا قدره 650 مليون دولار أمريكي.

قام الناشط في مجال الأعمال الخيرية تيد ستانلي بهذا العطاء لصالح مركز ستانلي للأبحاث النفسية بمعهد برود في كمبريدج، ماساتشوستس، الذي يصفه المركز بأكبر تبرُّع مُوَجَّه إلى أبحاث الأمراض النفسية على مدى تاريخه.

يقول مدير المركز ستيفن هايمن: «اطمئنان المركز لاستمراره لمدة طويلة يسمح لنا بتخطيط مشروعات بحثية طويلة الأمد، وأخْذ مخاطرات فكرية».

سيستخدم المركز ذلك العطاء لتمويل دراسات جينية، بغرض التحقق من المسارات الحيوية المرتبطة بحالات مثل الفصام، والتوحُّد، والاضطراب النفسي ثنائي القطب. ستنظر البحوث أيضًا في تطوير نماذج أفضل للخلايا والكائنات، وفي إمكانية تطوير مواد كيميائية معينة لتُستخدَم كأدوية.

قامت جمعية دراسات الجينوم النفسية (PGCs) - تعاون بين أكثر من 80 معهدًا بحثيًّا، من بينها معهد برود - بالدراسة المنشورة في *Nature*، حيث قام مئات الباحثين من تلك الجمعية بتجميع عيِّنات من أكثر من 150000 شخص، من بينهم 36989 شخصًا كانوا قد تم تشخيصهم بالفصام. مكَّن هذا العدد الضخم من العيِّنات الباحثين من تحديد 108 مواقع جينيّة، حيث يختلف تسلسل الحمض النووي في الأشخاص المرضى بالفصام عن نظيره في غير المرضى. يقول هايمن: «تثبت تلك الدراسة أن دراسات الجينوم يمكنها أن تكون عظيمة الأثر». ويقول توماس إنسِل، مدير المركز القومي للصحة النفسية (NIMH) في بثيسدا، ميريلاند، الذي لم يكن من المشاركين في الدراسة: «تُعتبر هذه اللحظة من اللحظات الأكثر إثارة في تاريخ هذا المجال».

وهناك اختلافات جينية من تلك المشار إليها تبدو شائعة، حيث يظهر بعض منها عند بعض الأشخاص، ولكن في المصابين بالفصام تظهر بصورة أكبر، ويسهم كل منها بشكل جزئي في إمكانية تطور الحالة في النهاية. جعل هذا من تحديد تلك الاختلافات صعوبة أكبر في العينات صغيرة العدد، ولهذا فإن التعاون بين جهات عديدة في جمعية PGC يُعَدّ شديد الأهمية، إذ يقول إنسِل: «إذا كنتَ ترغب في البحث عن تغيُّرات شائعة، فعليكَ العمل مع عديد من الأصدقاء».

ومَكَّنَ حجم العينة الكبير الباحثين من تطوير لوغاريتم يمكنه حساب «مُعامِل خطر» لكل من هذه التغيرات الجينية، يدلّنا على مدى مشاركة كل منها في تطور مرض الفصام. يقول إنسِل إنه يمكن استخدام هذا لاحقًا في التنبؤ بالأشخاص الأكثر عرضةً للإصابة بالمرض، أو لتأكيد تشخيص غير أكيد للفصام. ومن المرجَّح أن يخصِّص مركز NIMH تمويلًا أكبر لإجراء عمليات مسح جيني مكثف، ومتابعة الدلائل التي قد تنتج عن مثل تلك العمليات.



JOSEF KOUDELKA/MAGNUM PHOTOS

الدراسات السكانية واسعة المدى تلقي الضوء على الأسباب الوراثية للأمراض النفسية.

من بين المواقع الـ108 التي تم تحديدها في الدراسة، هناك 83 موقعًا لم يتم اكتشافها في أي دراسات سابقة. يقول مايكل أودونوفان، الباحث والمعالج النفسي بجامعة كارديف ببريطانيا، الذي قاد الدراسة المذكورة، إن العديد من تلك المواقع يقع في جينات يُشتبه في تورطها في الفصام واضطرابات عقلية أخرى، أو بالقرب منها. وواحد من تلك الجينات مسؤول عن إنتاج مستقبِل الدوبامين DRD2، وهو أحد أهداف كل العقاقير المتاحة حاليًا لعلاج الفصام، ولكن لم يسبق تعريفه أبدًا كأحد عوامل الإصابة بالمرض. تتضمن المواقع الجينية موضع الدراسة أيضًا جينات مسؤولة عن إنتاج بروتينات عدة، تقوم بتوصيل النبضات الكهربية بين الخلايا العصبية، وبربط خلايا الدماغ ببعضها البعض.

وهناك مواقع جينية عديدة مرتبطة بالفصام ترمِّز لبروتينات لها دور في جهاز المناعة، حيث كان مشتبهًا لفترة طويلة بأن له دورًا في بدء الإصابة. يقول أودونوفان إنه رغم كون هذا الرابط بين الاثنين مثيرًا للفضول، فإن أهميته ليست واضحة تمامًا بعد.

تقول باميلا ساكلر، باحثة الوراثة النفسية بكلية طب جبل سيناء في نيويورك، والمؤلفة المشاركة في الدراسة: «إنه تأكيد مذهل بأن هناك الكثير والكثير من العوامل الوراثية» التي تشترك في حدوث الفصام. «لقد كانت هناك إشارات لذلك في أبحاث سابقة، ولكن تلك الدراسة تأخذ الأمر إلى المستوى التالي». يقول أودونوفان إن جمعية PGC ترمي إلى مضاعفة عدد المشاركين في الدراسة من المصابين بالفصام العام القادم، وهذا من شأنه أن يمكِّن الباحثين من تحديد التغيرات الجينية الأكثر أهميةً.

يهدف الفريق البحثي أيضًا إلى توسيع جمع البيانات؛ ليشمل عينات حمض نووي من أفراد مختلفين حول العالم. وتمثل المجموعة الحالية بشكل أساسي، والمكونة من حوالي 200000 عينة، أشخاصًا من أصل شمال أوروبي. يقول هايمن: «نريد التأكد من أن هناك تماثُلًا صحيًّا عالميًّا. ونحن حريصون على ألّا نطوِّر علاجات تصلح فقط لمجموعة أصغر من سكان العالم».

يُعَدّ مرض الفصام واحدًا فقط من الأمراض التي يعكف الفريق على دراستها. ففي ورقة بحثية أخرى نُشرت في يوليو في دورية نيتشر جينتِكس (*Nature Genetics*)، قام باحثون ـ بعضهم من مؤلفي دراسة الفصام[2] ـ بمسح لجينومات 466 شخصًا مصابًا بالتوحُّد، وحوالي 2500 شخص سليم، وتوصّلوا إلى أن 52% من فرص الإصابة بالمرض تتحكم فيها عوامل جينية. وترتبط 2.6% من فُرَص الإصابة بالمرض بالطفرات التي تحدث بصورة تلقائية خلال النمو، بدلًا من كونها موروثة. ومثل الفصام، يبدو أن التوحُّد كمرض ينتج بشكل كبير عن مزيج معين من التغيرات الجينية الشائعة، ولكن المصابين بالتوحُّد يكونون أكثر عرضة أيضًا لأنْ يرثوا عددًا أقل من التغيرات النادرة، التي يزيد كل منها من فُرَص الإصابة بشكل ضخم، حسبما يرى مؤلفو الدراسة. يقول جوزيف بوكسباوم، باحث الأحياء الجزيئية بكلية جبل سيناء، الذي قاد الدراسة، إنه بسبب نُدرة تلك التغيّرات، فإن عيِّنة أكبر من الأشخاص ستكون ضرورية لتحديد أيٍّ منها له أهمية حقيقية في تطور المرض.

تَستخدِم مجموعة PGC أيضًا برنامجًا يُدعى «سايك تشيب» PsychChip، يستهدف مناطق من الجينوم ترتبط باضطرابات نفسية عديدة، مثل فقدان الشهية العصبي، والوسواس القهري. يقول ساكلر إنه بحلول نهاية العام الجاري، يأمل الفريق بأنْ يكون قد قام بسلسلة الحمض النووي لعيِّنات من 100000 شخص من ذوي الاضطرابات العقلية، وهو عدد كافٍ لتعيين الارتباطات الأكثر دلالة. ■

1. Ripke, S. *et al. Nature* http://dx.doi.org/10.1038/nature13595 (2014).
2. Gaugler, T. *et al. Nature Genet.* http://dx.doi.org/10.1038/ng.3039 (2014).



دانا تطارد البعوض في مالي.

SAPIR WEISS

مطاردة البعوض الكبـــرى

يستخدم الباحثون طرقًا غير تقليدية، من الكلاب إلى البالونات، لمعرفة أين تختبئ ناقلات الملاريا خلال موسم الجفاف الطويل.

إميلي سون

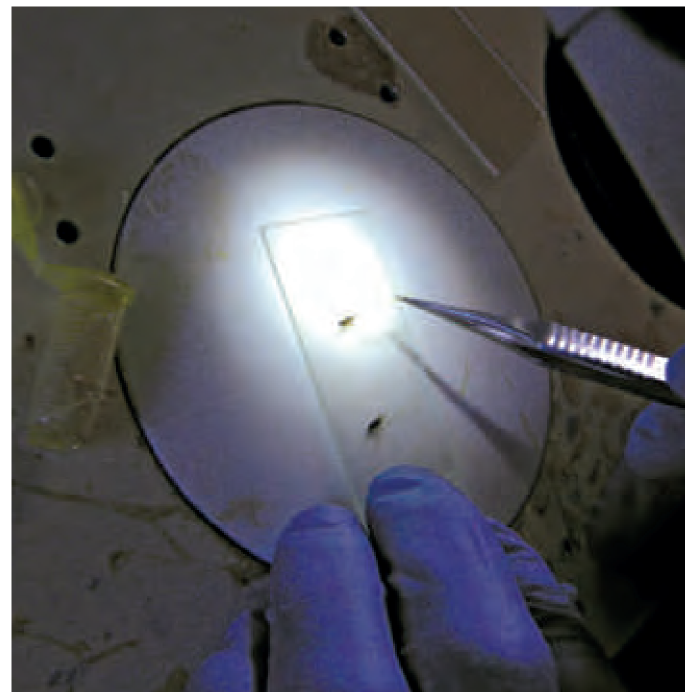
لم يشاهد الحُرّاس المسلَّحون بمطار باماكو سينو الدولي بمالي كلب شِبرد ألمانيًّا من قبل. كانت الكلاب المألوفة لديهم هي فقط سلالات مختلطة صغيرة عدوانية شائعة بغرب أفريقيا. لذلك.. عندما خرجت دانا ـ وهي كلبة شِبرد أصيلة من كاليفورنيا تشبه الذئب ـ من الطائرة إلى المطار في فبراير 2012، أحاط بها وبمدربها سابير فايس ثمانية جنود، ورُفِعَت البنادق.

فايس، الذي دَرَّب ذات مرة كلابًا لمكافحة الإرهاب في الجيش الإسرائيلي، كان حريصًا على إخراج دانا من المطار بعد 36 ساعة من السفر الدولي المُجهِد لمثانتها، تَضَمَّن توقفًا استغرق سبع ساعات في باريس، لكن الجنود اعتقدوا أن سترة الخدمة التي ترتديها دانا قنبلة انتحارية. لذا.. أمروا فايس بخلعها، وطلبوا أن يعرفوا أين كان قفص دانا. صاح الجنود: «أين الصندوق؟ أين الصندوق؟»

كان من غير المتصوَّر لدى الحراس، ومعظم الناس في مالي، أن يسافر كلب بالطائرة في الدرجة الاقتصادية بدون قفص. وكان من غير المحتمل أيضًا ما جاءت تفعله دانا في مالي، ألا وهو شَمّ رائحة البعوض؛ للمساعدة في اجتثاث الملاريا.

دانا جزء من جهد متواصل لحل لغز محير. ففي كل عام، تشهد مساحات شاسعة من منطقة الصحراء والساحل الأفريقية ـ من السنغال إلى السودان ـ موسم جفاف شديدًا يستمر لمدة تصل إلى ثمانية أشهر. باختفاء المياه السطحية، لا يعود البعوض قادرًا على التكاثر، لأن بيضه يجب أن يظل رطبًا، وكذلك يرقاته؛ من أجل البقاء. ويهبط عدد البعوض الطنّان هناك إلى ما يقارب الصفر.

وعندما تأتي الأمطار، تظهر ماصّات الدماء الناضجة تلك بأعداد هائلة في أقل من



لمساعدة الكلاب على التقاط الروائح، ألصق الباحثون بالبعوض خيوطًا مشبَّعة بزيت نجيل الهند.

ADAMA DAO AND ALPHA SEYDOU YARO

ثلاثة أيام، وهو خط زمني من الصعب أن يصمد في مواجهة حقيقة أن هذا البعوض يحتاج إلى ثمانية أيام على الأقل للنمو من بيضة إلى بعوضة ناضجة.

توضح هذه الوتيرة أن البعوض الناضج يختبئ في مكان ما، انتظارًا لانتهاء موسم الجفاف. وتشير تلك الإمكانية إلى خطة غامضة محيرة للهجوم. تصيب حمى الملاريا ملايين البشر، وتقتل أكثر من نصف مليون نسمة سنويًّا، معظمهم من الأطفال في أفريقيا. ولو تمكَّن العلماء من معرفة أين يذهب البعوض عندما تشتد قسوة الظروف خلال مواسم الجفاف؛ فقد يستطيعون اجتثاث هذه الحشرات –ومعها المرض الذي تحمله– عند نقطة معينة عندما يحتمل أن تكون هدفًا سهلًا.

على مدى عقود، أَغْرَت وأَعْيَت مطاردة مخابئ البعوض العلماءَ الذين مرُّوا بقائمة طويلة من الإحباطات. من بين الذين رفضوا التخلي عن مسعاهم، توڤي ليمان، وهو عالِم باحث في الحشرات بمختبر أبحاث الملاريا وناقلات الأمراض في روكفيل، بولاية ميريلاند، التابع لمعاهد الصحة القومية الأمريكية، والذي أمضى مع العشرات من أعضاء الفريق في كل من الولايات المتحدة وأفريقيا ست سنوات، وأنفق 700 ألف دولار أمريكي، في محاولة للعثور على الحشرات المراوغة بكل طريقة يمكن أن تخطر بباله، بما في ذلك الاستعانة بكلاب مثل دانا.

يقول ليمان إن الفائدة المرجوة تستحق هذا الجهد الهائل «لك أن تتخيل زيارة القرى لأقل من نصف يوم، مستهدفًا المواقع المفترضة كمخابئ البعوض، ومخفِّضًا لانتقال الملاريا إلى مستويات ضئيلة جدًّا».

المَحْجَر المراوغ

يستغرق السفر بالسيارة أربع ساعات من عاصمة مالي، باماكو، إلى تيرولا، وهي قرية نائية خارج الشبكة يسكنها حوالي 300 نسمة وبها 120 مبنى، غالبيتها مبنية من لَبِنَات الطين، ومسقوفة قشًّا أو طينًا.

خلال موسم الأمطار، من مايو أو يونيو إلى أكتوبر أو نوفمبر، يسقط ما حجمه نصف متر من المطر على المنطقة. وتصبح الشجيرات الجافة خضراء يانعة، ونمو الدخن والذرة والفول السوداني وغيرها من المحاصيل، ويصل البعوض بسرعة. شهد فريق ليمان ازدياد أرقام البعوض في تيرولا بعشرة أضعاف في غضون خمسة أيام من بداية المطر[1].

توصَّل علماء الحشرات إلى تفسيرين لكيفية تضخم أسراب البعوض بسرعة بالغة قبل أن تتاح لها فرصة التكاثر. أحد الاحتماليّن هو الهجرة من مسافات طويلة بواسطة الرياح العالية. أما الاحتمال البديل، فهو أن تقضي الحشرات موسم الجفاف في بيات صيفي، وهو نوع فريد من السكون يحدث لبعض الحيوانات التي تحتاج إلى النجاة من مواسم الجفاف الطويلة.

NATURE.COM
لمشاهدة دانا تتعقب البعوض، انظر:
go.nature.com/3mcaj6

وجدت مجموعة ليمان مفتاحًا مبكرًا لحل اللغز، يشير إلى أن البيات الصيفي قد يكون هو الجواب. في نهاية موسم الأمطار بأواخر أكتوبر 2008، خدّر الفريق 7000 بعوضة تقريبًا، وعلَّمها بطلاء وأطلق سراحها. خلال فترة جمع عيِّنات البعوض في مايو التالي، دهش الباحثون لدى العثور على إناث ناضجات لا زالت تعيش بعلامات الطلاء الدالّة، رغم أن بعوضة الأنوفيلة الجامبية (مُجمَّع أنواع البعوض الأكثر كفاءة في نقل الملاريا بمنطقة الساحل الأفريقية) معروف عنها أنها تعيش 30 يومًا على الأكثر.

رغم أن البيات الصيفي يبدو سيناريو محتملًا، بدت العملية صعبة التفسير لعلماء الأحياء. فالمعلوم في المناطق المعتدلة أن أنواع البعوض تذهب في سبات شتوي عميق؛ للنجاة من مواسم الشتاء الباردة، وهو أمر منطقي، لأن أيض الحشرات يتباطئ بشكل طبيعي عندما تنخفض درجات الحرارة، لكن أفريقيا جنوب الصحراء ـ من ناحية أخرى ـ ساخنة دائمًا، ولذلك.. صعب لنا أن نفهم كيف يمكن أن يبطِئ البعوض عملية الأيض هناك. كما ينبغي للحشرات أيضًا ـ بطريقة أو بأخرى ـ مقاومة الجفاف.

أنتجت محاولات استحثاث واستقراء بيات البعوض صيفًا القليل بجانب الأدلة الظرفية والقصصية. وكانت دراسات أجريت في أربعينات القرن الماضي، مثلًا، قد حاولت تكرار الظروف الطبيعية في المختبر، لكنها فشلت في دفع إناث البعوض نحو سبات عميق، حسب قول دوجلاس نوريس، خبير علم الحشرات الطبي بكلية بلومبرج للصحة العامة بجامعة جونز هوبكنز في بالتيمور، ميريلاند. وكانت رسالة[2] نُشرت بدورية «*Nature*» في عام 1968، قد وصفت بعوضًا تمكَّن من البقاء حيًّا حوالي سبعة أشهر بمختبر تربية الحشرات بالسودان الحار والجاف، لكن تلك النتائج لم تتكرر أبدًا.

يمكن للدراسات الوراثية أن تساعد أيضًا في إلقاء الضوء على فرضية البيات الصيفي. فعندما نظر نوريس وزملاؤه في علامات وراثية بين موسم أمطار وآخر في قرية بمالي أواخر التسعينات؛ وجدوا أنه يجب أن ينجو ما لا يقل عن 5000 أنثى من موسم الجفاف لتأسيس تجمُّع جديد[3]. وبدورهم، قارن مارتن دونللي وزملاؤه ـ بمدرسة ليفربول للطب الاستوائي، بالمملكة المتحدة ـ بين جينومات بعوض الأنوفيلة من جميع أنحاء أفريقيا، فإنْ ظلت الجينومات متسقة كمجموعة وراثية واحدة من موسم أمطار إلى آخر؛ من شأن ذلك أن يُظْهِر بشكل أقوى أن كثيرًا من البعوض يتحمل موسم الجفاف، خلافًا لفكرة استبدال تجمعات بعوض مهاجرة كل عام محل تجمُّعات أفناها الجفاف.

أظهر اكتشاف بعوضة أنثى معلمة بالطلاء لدى اجتياح الأمطار لقرية تيرولا أن البعوض البري يمكنه البقاء رغم موسم الجفاف، وهو ما يعادل أن يعيش إنسان 700 سنة، حسب قول ليمان. وبدوره، يقوم نوريس ببناء حظائر للبعوض في حقل بجنوبي جامبيا لدراساته حول أحياء البعوض، وقد يحاول في نهاية المطاف إثبات البيات الصيفي في تلك البيئة. يقول نوريس: «هذا شيء نعتقد في حدوثه، لكن لم يتمكن أحد من إثبات ذلك بالدليل، بخلاف بعوضة توڤي ليمان الوحيدة».

لذلك.. خلال العامين المقبلين، كلما اقترب موسم الأمطار مرة أخرى، ينصب الفريق شباكه حول مخابئ البعوض المشتبه فيها، مصممًا على التقاط البعوض لدى أول ظهور له. يقول ليمان: «اعتقدنا أننا في خلال سنة أو سنتين سنكون قادرين على العثور على مكان اختباء البعوض. بدا كل شيء في متناول اليد، وفي غاية البساطة».

رغم الرصد على مدار الساعة، وعاصفة ممطرة مصطنعة باستخدام شاحنة مملوءة بالماء لإغراء البعوض بالخروج من مخبئه، ظلت الحشرات بعيدة المنال. بدت بقع الاختباء المحتملة كثيرة، يقدر عددها بالمئات ضمن 500 متر فقط من القرية، مما يجعل من المستحيل وضع شِبَاك وأقفاص حولها جميعًا. وقد اتضح أن المطاردة لن تكون ـ بعد كل شيء ـ بهذه البساطة.

تعقُّب الروائح

لم يكن مشروع ليمان أول مشروع يخفق. فمنذ حوالي 15 عامًا، مضى فريديريك سيمار، خبير علم الحشرات الطبي بمعهد بحوث التنمية، مؤسسة حكومية في مونبلييه بفرنسا، نحو مسعى مماثل إلى السنغال بموسم الجفاف. أقام الفخاخ حول أكبر عدد ممكن من نقاط الاختباء يمكن أن يتخيلها، بأماكن مغلقة ومفتوحة، بما في ذلك الحظائر والصوامع وحاويات تخزين المياه والآبار وأصول الأشجار وجذوعها وشقوق قيعان البِرَك المجففة –لكن دون جدوى. يقول سيمار: «لم يكن هناك أي دليل على بعوض مستريح في أي مكان رغم الجهود الضخمة. الأمر يشبه البحث عن إبرة في كومة من القش».

وبدورها، نشرت مجموعة من جامعة ميامي في كورال جيبلز، فلوريدا، أقفاصًا تشبه الخيام حول قرية في كينيا. كما بحث فريق من الجامعة العبرية بالقدس عن مواقع تصييف البعوض في مخابئ رطبة خارج القرى في مالي، من بين طرق أخرى، وأفاضوا

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

بالماء على جحور الحيوانات؛ في محاولة لإخراج الحشرات، ولكن لم يتوصل أي من الفريقين إلى أي نتائج حاسمة.

ونظرًا إلى كثرة المحاولات الفاشلة قبله، قرَّر ليمان أن يأتي باستراتيجية أكثر استهدافًا. عندما سمع عن كلاب يمكنها التعرف على حشرة الفراش؛ تولّدت في ذهنه فكرة استخدام الكلاب، رغم تحديات رئيسة محتملة. فمثلًا، بخلاف حشرة الفراش، البعوض يطير، مما يجعلها أكثر مراوغة وأصعب تعقُّبًا. وبينما تنبعث من حشرة الفراش فيرومونات مميزة الرائحة، ليست للبعوض رائحة طبيعية.

أولًا، عزم ليمان على إيجاد وسيلة لإعطاء البعوض رائحة. وقد قادت أَشْهُر من التجارب أخيرًا إلى زيت نجيل الهند، وهو مكوِّن عطري مشتق من عشب شرق آسيوي برائحة ترابية خشبية. ونجيل الهند ليس محليًّا في أفريقيا، ولذلك لن تلتبس رائحته في أنف الكلب بروائح أخرى. وهي ليست رائحة كريهة أو سامة، ولذلك لن تعوق عمل الباحثين لدى استخدامها، كما أنها رائحة مستقرة بما يكفي لتستمر أسبوعين، وهي فترة كافية لاستخدامها في التجارب. وجد الباحثون أن رش البعوض بنجيل الهند يقتله؛ لذلك أغرقوا قطعًا صغيرة من الخيوط في الرائحة، ثم ألصقوها على بطون الحشرات وهي مخدَّرة. وعندما استيقظت، كان لا يزال بإمكانها أن تطير، رغم الوزن الإضافي.

في غضون ذلك، دعا ليمان فايس إلى فرصة تدريب كلب على تتبُّع البعوض المعطر، رغم أن عدة مدربين قبله رفضوا الفكرة باعتبارها مستحيلة. وقام فايس بتدريب الكلبة دانا فوق العشب المشمس بمنتجع ومركز تدريب الكلاب (أوليفيه كنيل) بسانتا روزا، كاليفورنيا، متيحًا لها أن تشم ستة صناديق من الورق المقوى. عندما وصلت إلى الصندوق المعطر بنجيل الهند، حصلت على مكافأتها المفضلة، وهي كرة تنس. بعد عام من التدريب، يمكن أن تجد دانا خيوطًا معطرة بطول سنتيمتر واحد، بدقة 97%، حتى عندما وضعت بقوارير تموضعت في حفر مفتوحة بعمق 20 سنتيمترًا.

وللوقوف على ما إذا كانت ستقوم بالأداء نفسه في أفريقيا، طارت دانا مع فايس إلى مالي في أوائل عام 2012. جلست دانا مع فايس داخل الطائرة؛ لئلا تتعرض لسخونة عنبر الشحن العالية. أوشكت المواجهة في المطار عند الوصول على إخراج المشروع بأكمله عن مساره. وبمجرد أن وصلت إلى تيبرولا، كان على فايس إعادة تدريب دانا بسبب الحرارة الشديدة. ينبغي للكلاب أن تلهث لتبقى باردة، لكنها لا تستطيع أن تفعل ذلك وتشم الروائح في الوقت نفسه. ومع درجات حرارة قريبة من 50 درجة مئوية، فإنّ دانا بحاجة إلى أن تتعلم كيف تتوقف وتهدأ كل خمس دقائق.

على مدار شهر، وجدت دانا خيوطًا معطرة مخبأة في ثقوب طبيعية مرارًا وتكرارًا. كذلك وجدت البعوض المعلَّم بخيوط معطرة، الذي أُطلق سراحه قبل أيام، بما في ذلك واحدة تحت كومة من الملابس في سلة الغسيل. ذُهِل الماليون الثلاثون في طاقم البحث، حيث يقول فايس: «كانوا يقفزون صعودًا وهبوطًا. لقد نِلت مكانة عالية. ظَنُّوني «درويشًا» يمكن أن أتحدث إلى كلب، والكلب ينصت إليَّ».

كان الأمل في أن يقود البعوض المعطر الباحثين إلى مخابئه السِّرِّيَّة، لكن وقت دانا المتاح نفد، وعادت إلى ديارها مع فايس، قبل أن يجتاح مالي انقلاب عسكري. غادر ليمان بعد فترة وجيزة، وترك مشروع مطاردة البعوض في يد أداما داو، عالِم الحشرات بمركز بحوث وتدريب مكافحة الملاريا بجامعة باماكو، الذي كان يقود الجزء المحلي من الفريق.

في أغسطس 2012، سافر اثنان من المتخصصين الماليين وكلابهما إلى سانتا روزا، كاليفورنيا، لتعلُّم كل مهام شم رائحة البعوض بواسطة الكلاب، وكيفية بناء علاقة وثيقة بين الإنسان والكلب. كان أحدهما طبيبًا، وكان الآخر جامعيًّا متخرجًا بدرجة في علم الأحياء. عمِل كلاهما مع داو وليمان لمدة سنتين على استراتيجيات بحث أخرى، وكانا متحمسين لما رأوه من فايس ودانا.

أسفر عمل الكلاب بموسم الجفاف في مالي، الذي استمر حتى ديسمبر 2013، عن حوالي تسعة أماكن اختباء مشتبه فيها، حسب قول داو. وقادت الكلاب بشكل مستقل الفريق إلى ثقوب الأشجار الصغيرة نفسها، والثقوب المفتوحة في الأرض قرب الأشجار، وتلال النمل الأبيض القديمة، ومعظمها ضمن 1.5 كيلومتر من القرية تقريبًا. أقيمت شبكات حول مختلف أنحاء المخابئ المحتملة في نهاية موسم الجفاف، ولكنْ مثل كثير ممن جاءوا قبلهم، لم يجد الباحثون أي جحافل من بعوض البيات الصيفي.

شبكة أوسع

في شهر يوليو الماضي، عاد ليمان إلى تيبرولا للمرة الأولى منذ أكثر من عامين، مسلحًا ببعض الأفكار الجديدة؛ فأقام شبكات ضخمة حول آبار القرية، وكانت لديه خطط غير تقليدية أكثر. ونظرًا إلى أن حشرات أخرى قد تستخدم استراتيجيات مماثلة لتحمل موسم الجفاف القاسي بمنطقة الساحل والصحراء، أراد العثور على أكبر أنواع الحشرات التي يمكن تزويدها بجهاز إرسال، وربما تقود الباحثين للبعوض المختبئ. وهو يتساءل

ADAMA DAO AND ALPHA SEYDOU YARO



تستخدم بالونات هيليوم مجهزة بالفخاخ للعثور على البعوض المسافر بواسطة الرياح عالية الارتفاع.

أيضًا إنْ كان ممكنًا إيجاد علامة ـ كالحمض النووي للفطريات، أو آثار مواد كيميائية، أو خلايا نباتية أو حيوانية ـ قد يضعها الباحثون في مخابئ مشتبه فيها. وظهور أي بعوض حامل لتلك العلامات من تلك الأماكن سيقود الباحثين مباشرة إلى المصدر، إنْ استطاعوا إمساك البعوض الهارب بسرعة كافية.

في هذه الأثناء، يتسع نطاق البحث أفقيًّا ورأسيًّا إلى مجموعة من الكهوف على بعد حوالي 30 كيلومترًا، من بين أماكن أخرى، وإلى بالونات هيليوم مجهزة لاحتجاز أي بعوض مسافر بفعل الرياح العالية. وكانت الدراسات الأوّلية خلال موسم الأمطار قد عثرت على قليل من بعوض الأنوفيلة الجامبية يحلق عاليًا بارتفاع 160 مترًا فوق سطح الأرض، رغم أنه لا طعام له هناك. يقول ليمان: «بدأ يظهر الآن أن أحد الأنواع الثلاثة من البعوض الناقل للملاريا بالمنطقة يبيت صيفًا، والآخران يهاجران».

حتى الآن، نشر ليمان وفريقه تسع ورقات بحثية حول مطاردة البعوض. وهناك ثلاث أخرى قيد الإعداد. ومع تواصل جهودهم في هذا المجال، يتلقون إشادات باحثين آخرين في الملاريا. يقول جريجوري لانزارو، عالم الحشرات بجامعة كاليفورنيا في ديفيز، الذي يدرس وراثة التجمعات الحشرية لبعوض الأنوفيلة الجامبية بأفريقيا: «في أي وقت تجد مرحلة تكون فيها أعداد البعوض منخفضة جدًّا، وأنها تتجمع ربما في بقعة واحدة، يمكن أن يكون لك تأثير كبير حقًّا. هناك دائمًا أمل، فعندما تعمل على أشياء مثل الملاريا، ليس لك أن تكون شخصًا متشائمًا، وإلّا ستمكث في بيتك».

يظل ليمان وداو متفائلين بأن يجدا في نهاية المطاف أوكار البعوض المراوغة، حيث يمكن لبضع بخاخات من مبيدات منخفضة التكلفة أن تنقذ أرواحًا كثيرة. وهما يقولان إن كل نكسة توفِّر معلومات جديدة. يقول داو: «لم تصبنا خيبة الأمل، وسنظل نأمل. طالما هناك موارد، سنصل إلى هدفنا». ■

إميلي سون صحفية حرة من منيابوليس، مينيسوتا، الولايات المتحدة.

1. Lehmann, T. *et al. Am. J. Trop. Med. Hyg.* **83,** 601–606 (2010).
2. Omer, S. M. & Cloudsley-Thompson, J. L. *Nature* **217,** 879–880 (1968).
3. Taylor, C. *et al. Genetics* **157,** 743–750 (2001).



MICHAEL FYFFE/LIGO

موجة المستقبَل

بعد عقدين من الزمان، وأكثر من نصف مليار دولار، أصبح أكبر مرصد لموجات الجاذبية في العالم (لِيجُو) قاب قوسين من الكشف. ربما!

أَلِكْسَندرا فِيتزه

في مستنقعات ولاية لويزيانا الأمريكية ـ إلى الشرق من مدينة باتون روج ـ لا يمكن للمطاردة اليومية لموجات الجاذبية أن تبدأ فعلًا إلا بعد الظهيرة. فساعات الصباح قضية خاسرة، بفعل الجلبة الضخمة الناجمة عن حركة المرور الهادرة على طول الطريق السريع بين الولايات المجاورة، ودويّ القطارات العابرة، والحطّابين الذين يقطعون الأشجار، مطْلِقين العنان أحيانًا لمناشيرهم الميكانيكية بمناطق استنبات أشجار الصنوبر.

حتى في هذه اللحظة الآن، السادسة من مساء أحد أيام الأسبوع بشهر مايو (حسبما ذكر المؤلف وقت كتابته المقال)، يحدق ريان دي روزا مستسلمًا في مجموعة

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فنيون يعملون على جزء من ليجو، كاشف موجات الجاذبية، الكائن في ليفنجستون، لويزيانا.

من شاشات الحاسوب في غرفة التحكم بمرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية «ليجو» (LIGO). بدأت شاشات العرض تستقر، لكنها لا تزال تُظهِر اهتزازات لا تُعدّ ولا تُحصى –غير محسوسة للإنسان– تصيب الأرض. والآثار الناتجة عن الزلازل البعيدة، وحركة المرور، وحتى الموجات المتكسرة على ساحل خليج المكسيك على بعد أكثر من مئة كيلومتر، تبدو مثل قمم جبال مسننة.

يعْلَم دي روزا ـ الفيزيائي بجامعة ولاية لويزيانا في باتون روج ـ أن أمامه ليلة طويلة. فهو وعدد من العلماء والمهندسين الآخرين يحاولون إنجاز «قفل كامل» لتحديث رئيس للكاشف؛ لتحقيق سيطرة كاملة على حِزَم ليزر تحت الحمراء تندفع صعودًا وهبوطًا في نفقين، طول كل منهما 4 كيلومترات في قلب منشأة المرصد. وعن طريق التحكم بدقة في مسار أشعة الليزر وقياس رحلتها بتفاصيلها الرائعة، يأمل فريق ليجو أن يراقب التذبذبات المميزة التي تنتجها موجة جاذبية مارّة: تموج خفي في المكان والزمان، تنبأ به ألبرت أينشتاين منذ قرن تقريبًا، ولكنه لم يُلاحَظ مباشرة.

في غضون أسابيع من هذا المساء في شهر مايو الماضي، كان من المتوقع أن يحقق دي روزا وزملاؤه أخيرًا القفل الكامل (حسبما ذكر المؤلف وقت كتابته المقال)، إذ يصل فريق يعمل على كاشف ليجو مماثل بمُجَمّع هانفورد النووي بولاية واشنطن خلال أشهر. وإذا سارت الأمور جيدًا، قد تستأنف الأجهزة المزدوجة ـ التي تكلفت إجمالًا نحو 620 مليون دولار– أخذ البيانات في العام المقبل. ستكون هذه الأجهزة هي الأكثر حساسية بين كاشفات عديدة لموجات الجاذبية بمختلف أنحاء العالم، والتي يتسابق كل منها ليكون أول من يدعي الاكتشاف.

التوقعات والمنافسة قويتان. فإيجاد دليل مباشر على موجات الجاذبية، من شأنه إطلاق حقبة جديدة في علم الفلك. يقول علماء الفلك إن اكتشاف العشرات ثم الآلاف من مصادر موجات الجاذبية سيمنحهم طرقًا جديدة لمشاهدة تصادم الثقوب السوداء، وتدمير النجوم ذاتيًّا، والتذبذب المكاني الزماني. من شأن موجات الجاذبية إذن أن تفتح نافذة جديدة تمامًا على كون ديناميكي ومتغير باستمرار، لكن هناك مشكلة واحدة... فأول نسخة من مرصد ليجو طاردت موجات الجاذبية منذ عقد من الزمان تقريبًا –ولم تجد شيئًا. الآن، مع تحديث كبير لأجهزة المرصد مؤخرًا، يواجه المشروعُ الواقعَ.. ألا وهو صعوبةَ أن يفي أخيرًا بوعوده.

في كل مكان، ولا مكان

نظريًّا، ينبغي أن تكون الأرض غارقة في موجات الجاذبية. ويُعتقَد أنها تأتي من أي حدث كوني يسبب اضطراب نسيج المكان والزمان بقوة كافية، غالبًا بالطريقة نفسها التي تنطلق بها الموجات الزلزالية بسبب حدوث زلزال. يجب أن ينتج نجم محتضر ينفجر كمستعِرة فائقة تسونامي من الموجات الجاذبية. قد تأتي موجات أكثر إيقاعية من دوران جرم كثيف غير متناسق تمامًا –كنجم نيوتروني يغزل بشراسة مع انتفاخ صغير في جانبه. قد يكون زوجًا من الثقوب السوداء أو النجوم النيوترونية، يدور كل منهما حول الآخر، ويقتربان من بعضهما تدريجيًّا حتى يصطدما في اندماج نهائي كارثي، مصدرًا آخر.

المثال الأخير ليس افتراضيًّا: ففي عام 1974، باستخدام تليسكوب أريسيبو الراديوي في بورتوريكو، اكتشف الفيزيائي جوزيف تايلور ـ من جامعة ماساتشوستس، أمهرست، وتلميذه آنذاك في الدراسات العليا راسل هالس ـ نجمًا ثنائيًّا نيوترونيًّا كهذا بالضبط. على مدى السنوات القليلة التالية، راقب تايلور وهالس توقيت ومضات الراديو من أحد النجمين الدائرين مغزليًّا وهي تتغير قليلًا باستمرار كلما دارا أقرب إلى بعضهما. تطابق هذه التحولات تنبؤ أينشتاين بكيفية حمل الموجات الجاذبية للطاقة بعيدًا عن اصطدام نجمي وشيك (R. A. Hulse and J. H. Taylor *Astrophys. J.* **195**, L51–L53; 1975). كان ذلك أول كشف غير مباشر عن موجات جاذبية، أَهَّلَ هالس وتايلور لنيل جائزة نوبل في الفيزياء في عام 1993.

تمت أول محاولة لرصد الموجات الجاذبية مباشرة في أوائل ستينات القرن الماضي، عندما حاول جوزيف ويبر من جامعة ماريلاند في كولدج بارك، دون جدوى، مراقبة التذبذبات الناجمة عن موجات الجاذبية المارة عبر أسطوانة ألومنيوم. وفي أواخر الستينات، اقترح الفيزيائي راينر فايس استخدام الليزر، بدلًا من قضيب معدني. ينطوي هذا المفهوم على تقسيم شعاع الليزر إلى اثنين باستخدام متاهة معقدة من المرايا، وإرسالهما أسفل نفقين متعامدين، ثم العودة تارة أخرى. يستفيد هذا التجهيز من طبيعة الموجات الجاذبية المستقطَبة: عندما تمر الموجات من خلال جرم ـ في هذه الحالة النفقَان ـ فإنها تسبِّب تمدده قليلًا بشكل مستمر في اتجاه واحد، وتقلصه في الاتجاه العمودي. اقترح فايس ـ الفيزيائي بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج ـ إمكانية كشف هذا النوع من الالتواء من خلال إعادة جمع أشعة الليزر المنفصلة باستخدام مقياس التداخل؛ بحثًا عن تحولات صغيرة في طريقة تفاعلها (انظر: «الإمساك بموجة»).

NATURE.COM
اقرأ المزيد عن ليجو:
go.nature.com/mm4ba8

في عام 1992، بعد عقود من التخطيط وإعادة التخطيط، وبناء النماذج الأولية، التزمت مؤسسة العلوم الوطنية الأمريكية (NSF) بإنفاق 272 مليون دولار (تعادل 420 مليون من دولارات 2008) على بناء مقياس التداخل هذا، الذي يسمى الآن مرصد مقياس التداخل الليزري لموجات الجاذبية، أو ليجو. دعت الخطة إلى بناء كاشفين متطابقين، تفصلهما آلاف الكيلومترات، بحيث يمكن لكل مرصد التحقق من نتائجه بالمقارنة بنتائج المرصد الآخر. وتم بالفعل اختيار الموقعين بولاية واشنطن، وليفنجستون في لويزيانا.

ما لم تدع إليه الخطة هو اكتشاف موجة جاذبية -على الأقل ليس قريبًا. يقول باري باريش، الفيزيائي بمعهد كاليفورنيا للتكنولوجيا في باسادينا (كالتِك)، الذي ساعد في إقناع مؤسسة العلوم الوطنية بأن تصبح الباحث الرئيس في مشروع ليجو سنة 1994: «كان لدينا هذا الاختيار الدقيق للكلمات وقصة حول ما سنفعله». أولًا، سيكون هناك نموذج ليجو الأوليّ، حيث يتم تطوير وإثبات فاعلية التقنية، ويكون أي اكتشاف مكافأة إضافية. بعد ذلك، تأتي مرحلة ثانية –ليجو المتقدم، الذي يتطلب ضوءًا أخضر منفصلًا من مؤسسة العلوم الوطنية، وسيزيد من حساسية ليجو عدة أضعاف. يقول باريش: «قلنا إنه باستخدام ليجو الأوليّ، سيكون الاكتشاف ممكنًا. وباستخدام ليجو المتقدم؛ سيصبح الاكتشاف محتملًا».

> «باستخدام ليجو المتقدم سيُصبح الكشف أكثر احتمالًا».

كانت المشكلة أن تقديرات ما يمكن أن يرصده ليجو لا تزال غير يقينية بشكل كبير. يقول فايس: «عندما اقترحنا ليجو بدايةً، كانت المصادر الوحيدة التي فكرنا فيها فعلًا هي نجوم المستعرات العظمى. كنا نظن أننا سنرى مثلًا موجة جاذبية واحدة في السنة، وربما حتى عشرة»، غير أن تَحسُّن المحاكاة الحاسوبية أدى إلى تقليص جذري لكمية طاقة الموجة الجاذبية المتوقعة من هذه الانفجارات. ينبغي أن تنفجر المستعرة قريبًا جدًّا من الأرض؛ ليتمكن ليجو من رصد أي شيء منها.

قلّصت حسابات أخرى عدد المرات التي يُتوقع من ليجو أن يرصد فيها الموجات الجاذبية من نجوم نيوترونية وحيدة متذبذبة. يقول كول ميلر، فيزيائي فلكي نظري بجامعة ميريلاند، ترأس فريقًا استشاريًّا علميًّا خارجيًّا لمشروع ليجو حتى العام الماضي: «كان هناك تفاؤل حول مصادر موجات الجاذبية، اتضح أنه غير مبرر».

وبمرور الوقت، حصل المرصد على الضوء الأخضر، وأصبح علماء ليجو أكثر تفاؤلًا بشأن أزواج النجوم النيوترونية، كمصدر لموجات الجاذبية. فقد أدركوا أن هذه النجوم عند اصطدامها ترسل إشارة موجات جاذبية نظيفة سهلة الاكتشاف، في مدى التردد حيث يكون ليجو أكثر حساسية. حتى عند حساسية ليجو الأولية المنخفضة نسبيًّا، يمكن للمرصد الكشف عن اندماج اثنين من النجوم النيوترونية ضمن نطاق 20 ميجا فرسخ فلكي (65 مليون سنة ضوئية) من الأرض. ومع ذلك.. تظل تلك تسديدة بعيدة، كما يقول ديفيد رايتسه، المدير التنفيذي لمختبر ليجو، ومقره معهد كالتِك: «كان لا بد لنا أن نكون محظوظين لتحقيق ذلك»، لكنهم لم يكونوا كذلك. فخلال المرحلة الأولى من ليجو، بين عامي 2002 و2010، لم يرصد هانفورد وليفينجستون شيئًا. ومع ذلك.. كانت مؤسسة العلوم الوطنية راضية بما فيه الكفاية عن تقدُّم مسار ليجو، بحيث خصصت 205 ملايين دولار أخرى لمشروع ليجو المتقدم في عام 2008.

ستزيد ترقية وتحديث المرصد ببطء من حساسية الكاشفات بعشرات المرات، بحيث يصبح ليجو المتقدم قادرًا على رصد اندماج النجوم النيوترونية، ليس في نطاق 20 ميجا فرسخ فلكي فقط، بل أيضًا نطاق 150 ميجا فرسخ، أو حتى 200. سيُضاعِف ذلك حجم الفضاء الذي يمكن لليجو رصده بحوالي ألف مرة، وسيحسِّن بشكل كبير من فرصة عثور الكاشف على أحد الأحداث النادرة التي تنتج موجات جاذبية.

تقترح أفضل التقديرات الراهنة لمعدلات اندماج النجوم النيوترونية أنه مع أي

فرصة جيدة ـ بافتراض أن النجوم النيوترونية لا تصطدم عند أدنى نقطة بنطاق الاحتمالات، وتنفجر ضمن فضاء البحث خلال فترة الرصد ـ سيرى ليجو المتقدم العديد منها سنويًّا بمجرد بلوغه الحساسية المستهدفة في تصميمه. يقول ستانلي ويتكومب، فيزيائي ليجو المخضرم بمعهد كالتِك، يشغل موقع كبير العلماء في المشروع: «ليس السؤال الحقيقي إنْ كنا سنكتشف موجات جاذبية، أم لا، ولكن هل ستأتي الموجات بشكل متكرر، أم ستكون نادرة».

صخب الجيران

لكن أولًا ينبغي على فريق ليجو أن ينهي إنشاء النظام المتقدم. في عام 2011، بدأ المهندسون في اقتلاع المكونات من الأنفاق في موقعي ليفينجستون وهانفورد؛ من أجل استبدالها بنسخٍ أكثر تطورًا. يتحدد أداء ليجو من مدى دقته في قياس التشوهات الناشئة عن موجةٍ جاذبية عابرة على طول أذرع مقياس التداخل، البالغ كل منها 4 كيلومترات. في تهيئته الأولية، كان المرصد قادرًا على قياس تلك التشوهات بدقة تصل إلى جزء واحد من 10^{21} – ما يعادل انزياحًا مقداره واحد على ألف من قطر البروتون. ومن أجل تحسين الحساسية بعشرة أضعاف، أجرى مصممو ليجو عددًا من التغييرات الرئيسة، وبدأوا بسُبل أفضل لعزل الآلة عن الاهتزازت الأرضية العشوائية.

تُعَد الضوضاء الزلزالية مشكلة خاصة في ليفينجستون، حيث يقع الكاشف على بعد كيلومترات قليلة فقط من طريق سريع رئيس بين الولايات وخط للقطارات. كانت الاستطلاعات، التي تعود إلى عام 1988، قد حذَّرت من الضوضاء هناك، لكن المشكلة تبدو مستعصية على الحل. ساعد أيضًا سيناتور ولاية لويزيانا، بينيت جونسون، (المنتمي إلى الديمقراطيين)، الذي كان ضمن اللجنة التي اعتمدت الأموال للمؤسسة الوطنية للعلوم (NSF)، في إعطاء دفعة للمشروع. كان لدى ليفينجستون بعض المزايا العملية بالفعل، تشمل قلة الزلازل، والكثير من الأراضي المُسطَّحة، بالإضافة إلى قربها من مجموعة مؤسِّسة من علماء فيزياء الجاذبية بجامعة ولاية لويزيانا. اعتقد المخططون أن بإمكانهم التعويض عن الضوضاء، عن طريق مجموعة من الأجهزة لتثبيط الحركة الأرضية، لكنهم لم يتمكنوا من ذلك، على الأقل في البداية. وحينما تعالى ضجيج القطارات في الجوار أثناء إحدى التشغيلات العلمية، اهتز مقياس التداخل للغاية إلى الدرجة التي أخرجته عن الخدمة، بل والأسوأ كان قطع الأشجار في المنطقة، التي يُسمّيها براين أورايلي ـ أحد أكبر علماء مختبر ليفينجستون ـ «الهلاك المصاحب لوجودنا بشكل متواصل»، إذ يلوّح بيده من شُبّاك مكتبه في إحباط نحو قطعة أرض قُبالة منشأة ليجو مباشرة، قُطعت بالكامل أثناء وقت مبكر من عمليات الكاشف. ويقول: «لم يكن من الممكن أن نقول لهم مثلًا: من فضلكم توقفوا عن تأدية أعمالكم البالغ قيمتها ملايين الدولارات؛ حتى نتمكن نحن من الكشف عن موجات الجاذبية!». ومع ذلك.. تحدث مشكلة قطع الأشجار فقط في بعض الأحيان، كما استطاع مهندسو ليجو بمرور الوقت ضبط النظام بدقة؛ ليصمد أمام القطارات العابرة.

كأبٍ فخور، يستخدم أورايلي نموذجًا مصغرًا من ليجو المتقدم؛ للإشارة إلى مجموعة من التغييرات الهاجسية التي أُجريت على نظام عزل الضوضاء. في كل ذراع، تتدلى المرايا العاكسة لشعاع الليزر من أسطوانات زجاجية، تتدلى بدورها من ألواح معدنية، تتدلى هي أيضًا من ألواح أخرى. توفّر كل طبقة من نظام التعليق فرصة إضافية لتثبيط الاهتزازت غير المرغوبة. وفي وسط كل هذا الزجاج والمعدن، توجد شفرات حديدية مثلثة الشكل، تعمل كعوازل وقائية إضافية، لتحقق توازنًا دقيقًا لثِقَل ثلاثة أرباع طن من المعدات الهندسية.

يشتمل ليجو المتقدم أيضًا على أشعة ليزرية أكثر قوة، بالإضافة إلى مجموعة من فجوات إعادة التدوير التي تقوم بشكل أساسي بخداع الكاشف؛ ليعتقد أن به فوتونات أكثر مما هو موجود بالفعل، مما يعزز من حساسيته. (هناك حد أقصى لكمية الضوء التي يمكن في الواقع ضخها في ليجو، لأنه كلما زادت كمية الفوتونات الموجودة، زاد إسهامها في خلق تأثير شبيه بالضوضاء البيضاء عند الترددات المرتفعة، مما يُفسد الإشارة).

على الرغم من أن النظام في نموذجه المصغر يبدو مثاليًّا، يواجه المشروع الحقيقي صعوبات إنشائية. في هانفورد، أظهرت المواد التي طليَت بها المرايا الزجاجية المتدلية تدهورًا غير متوقع، ولذلك.. يجري استبدال اثنتين منهما. أما في ليفينجستون، فقد قامت دبابير الطين ببناء أعشاش في العوازل المحيطة بأنبوب الشعاع، حيث تسببت إفرازاتها الغنية بالكلور - التي نجمت جزئيًّا عن أكلها لعناكب الأرملة السوداء السامة - في تسريب بنظام التفريغ. وقد تمت معالجة التسريب؛ والتخلص من الدبابير.

حتى مع ذلك، واعتبارًا من ليلتي 29 و30 من يونيو الماضي، تمكَّن كاشف ليفينجستون من تحقيق القفل الكامل لأكثر من ساعتين في كل مرة، لينجز بذلك حدثًا بارزًا مبكرًا عن موعده المتوقع بعدة أشهر. وإذا استمر التشغيل بشكل سلس نسبيًّا، تدعو الخطط إلى بدء أول عملية كشف بليجو المتقدم في أواخر عام 2015. أما التشغيل الثاني، الذي يُعد محاولة لائقة للعثور على موجات الجاذبية، فسيتم في شتاء 2016–2017. (يحب فايس الإشارة إلى أن اكتشاف 2016 سيكون بمثابة إحياء لطيف للذكرى المئوية لورقة أينشتاين التي وصف فيها موجات الجاذبية). وبحلول التشغيل العلمي الثالث، المزمع عقده في 2017–2018، ينبغي للآلة أن تصبح بالحساسية الكافية لتظفر بكشف يقيني، حسبما يقول رايتسه.

وهذا الجدول الزمني يعتمد بشكل كبير على مدى سرعة المهندسين في تشغيل كل من كاشفيّ التداخل. وقد قرر الفريق تركيز طاقته على تشغيل الكاشف عند ترددات منخفضة نسبيًّا، حيث يُعتقَد أن الإشارات الصادرة عن النجوم النيوترونية الثنائية تختبئ عندها. لن يقلق الفريق كثيرًا حيال تحسين أداء ليجو عند الترددات المرتفعة، ليلتقط أنواعًا أخرى من الإشارات، كتلك الصادرة عن الثقوب السوداء المتصادمة، ما لم تصبح موجات الجاذبية الأولى بين يديه.

منافسة عالمية

هناك مجموعات أخرى تسعى وراء موجات الجاذبية، وقد تكتشفها فعلًا قبل ليجو. تأتي الموجات الجاذبية في مجموعة متنوعة كبيرة من الأطوال الموجية، مثلها في ذلك مثل الضوء - تمامًا كما تكشف التليسكوبات الراديوية وتليسكوبات الأشعة السينية عن ظواهر مختلفة، فإن كواشف موجات الجاذبية التي تعمل عند نطاقات مختلفة من الأطوال الموجية من شأنها أن تفعل المثل. يقول ديفيد شوميكر، الفيزيائي بمعهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، ورئيس ليجو المتقدم: «كلٌّ من تلك التجارب تقوم بشيء مثير».

«الكابوس بالنسبة لي هو أن يحدث ذلك قبل أن نقوم بتشغيله».

في شهر مارس من العام الراهن، كانت هناك موجة من الإثارة بشأن الموجات الجاذبية حول إعلانٍ بأن التليسكوب المسمى بايسِب2 (BICEP2) الواقع في القطب الجنوبي تمكَّن من الكشف عن موجات جاذبية بدائية، خلّفها التضخم الكوني الذي وقع بعد لحظات من الانفجار العظيم (انظر *Nature* **507**, 281–283; 2014). تغطي الأطوال الموجية لتلك الاضطرابات الكون بأكمله، وإن كانت خارج نطاق الأطوال الموجية التي يستطيع ليجو أن يكشف عنها. في البداية أعلن فريق بايسِب2 عن التقاط إشارة قوية، ولكن عندما نشر العلماء النتائج التي توصلوا إليها في شهر يونيو (R. A. R. Ade *et al*. *Phys*. *Rev*. *Lett*. **112**, 241101; 2014)، أقروا بأنهم لا يمكنهم استبعاد إمكانية أن «إشارة» الموجة الجاذبية كانت مجرد صنيعة الغبار المجري (انظر: go.nature.com/lruz8e).

ثمة نوع آخر من الصيد يجري من قِبل تعاون شمال أمريكي وأوروبي أسترالي من الفلكيين الذين كانوا يراقبون نحو 70 نجمًا نابضًا: نجوم نيوترونية تدور حول نفسها بسرعة لتبث إشارات على فترات زمنية شديدة الدقة. يأمل أعضاء فريق المصفوفة الدولية لتوقيت النوابض (IPTA) التقاط موجات جاذبية عابرة من خلال الطريقة التي تؤثر بها على توقيت النبضات. وسيكون من حسن حظهم إذا كشفوا عن إحدى تلك الإشارات، قبل أن يفعل ليجو المتقدم، حسب قول الرئيس المساعد لفريق المصفوفة، سكوت رانسوم، فَلَكِيّ بجامعة فرجينيا في شارلوتسفيل، ولكنْ حتى مع ذلك ـ كما يقول ـ «أُمَازِح فريق ليجو دائمًا بأننا قد نصبح الحصان الأسود».

إن الموجات الجاذبية التي يتم العثور عليها من خلال توقيت النوابض ستكون أيضًا أنواعًا مختلفة للغاية عن تلك التي يسعى ليجو وراءها، حيث إنها مُنبعثة من مصادر مثل الثقوب السوداء الفائقة، التي ستتسبب ضخامة كتلتها في جعل ترددها الاندماجي أقل بكثير مما يستطيع مقياس تداخل مثل ليجو أن يراها. ورغم ذلك.. يقول جوزيف جيامي ـ رئيس مرصد ليفينجستون ـ إنّ أي كشف مباشر من شأنه أن يُنعش ذلك المجال «يمكن الاستمرار لعقود عديدة، دون الكشف عن أي شيء، قبل أن يبدأ بعض الناس في الاعتقاد أن الأمر محض شعوذة».

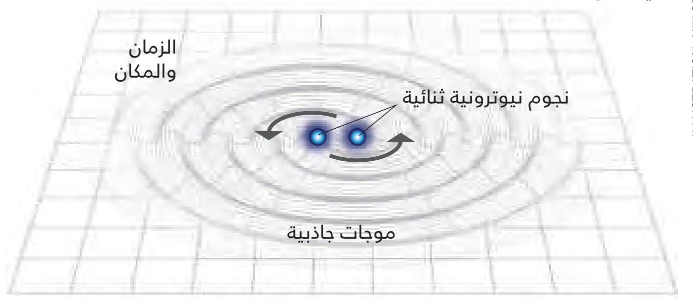
ما يمكن اعتباره أقرب منافس لليجو المتقدم، هو أيضًا أقرب حلفائه. فيرجو

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

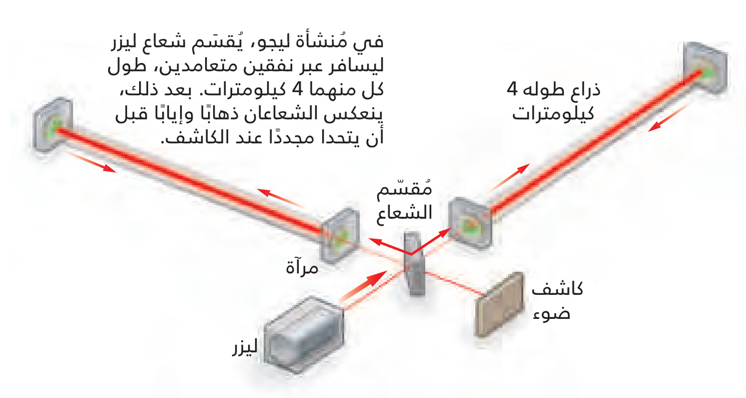
الإمساك بمَوْجة

ILLUSTRATION: NIK SPENCER/NATURE

يحاول مرصد مقياس التداخل الليزري للموجات الجاذبية (LIGO) الكشف عن تموجات في نسيج الزمان والمكان، تنبأت بها نظرية النسبية العامة لأينشتاين.

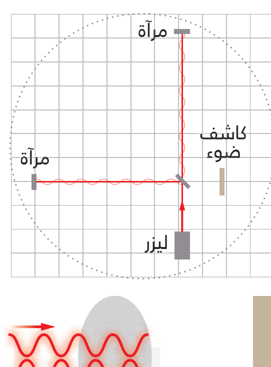


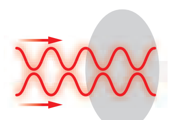
يُعتقد أن تلك التموجات تنشأ أينما تسببت الكتل المُتحركة في تشويه الزمان والمكان من حولها. قد تكون أحد المصادر القوية للغاية هي زوج من النجوم النيوترونية أو الثقوب السوداء تدور حول بعضها البعض في مدار قريب.

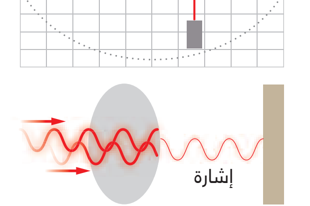


عادةً ما يكون مسارا حركة أشعة الضوء متطابقي الطول، بحيث يلغي كل منهما الآخر عندما يتحدان معًا عند الكاشف.

عندما تمر موجة جاذبية عبر ليجو، تتشوه الأنفاق قليلًا، وتتغير المسافة التي يقطعها كل شعاع، فلا يصبح كل منهما لاغيًا للآخر، وهو ما يعطي إشارة قابلة للقياس عند الكاشف.







يدخل ليجو في مشاركة مع مراصد شبيهة حول العالم ليتم التعرف على أي إشارة بشكل مستقل، ثم يُجرى تثليث لموقع مصدرها.



(العذراء) الكائن في كاشينا بإيطاليا، وهو أشبه بشقيق ليجو الأصغر: فهو مقياس تداخل ليزري بأذرع، طول كل منها 3 كيلومترات، ويمكن أن يبلغ نحو ثلاثة أرباع حساسية ليجو فقط.

يقوم فيرجو بمطاردة المصادر نفسها مثل ليجو، ويركز بشكل أساسي على النجوم النيوترونية المتصادمة. وقد بدأ العمل في عام 2007، ولم يرصد أي موجات جاذبية حتى الآن. ولكنه هو أيضًا في منتصف عملية تحديث كبيرة، ومن المقرر أن يدخل الخدمة في غضون عام من بعد ليجو المتقدم. يتبادل العلماء من كلا الكاشفين البيانات فيما بينهم، ويتعاونون بشكل وثيق، حيث إن جمع البيانات معًا يجعل عملية التحليل أكثر قوة، حسبما يقول جيوفاني لوسوردو، رئيس مشروع فيرجو المُتقدم في المعهد القومي للفيزياء النووية في فلورنسا بإيطاليا. والأهم من ذلك.. أن وجود مقياس تداخل آخر في قارة مختلفة سيساعد الفلكيين في تحديد موقع مصدر أيٍّ من إشارات الموجات الجاذبية.

بينما يكون فيرجو وليجو خارج الخدمة من أجل عمليات التحديث، هناك آلة ثالثة تراقب السماء. إنه «جيو600» (GEO600) - مقياس تداخل، مقره هانوفر بألمانيا، يمتلك ذراعين، طول كل منهما 600 متر - الأقل حساسية بكثير من نظرائه الأكبر، ولكنه أفضل من لا شيء، في حال وقوع حدث كبير يُنتج موجات جاذبية. أصبح هذا الأمر واضحًا في أواخر شهر مايو، حينما أعلن تليسكوب سويفت الفضائي التابع لوكالة ناسا عن وقوع انفجار عالي الطاقة في مجرة المرأة المسلسلة المجاورة. وقد تبين أنه إنذار كاذب، ولكن إن كان انفجار نجمي حقيقي تم بهذا القُرب، سيكون ليجو وفيرجو قد أضاعا بذلك فرصة حدث يقع مرة واحدة في العمر. يقول جابريال جونزالِز، فيزيائي بجامعة ولاية لويزيانا، والمتحدث باسم التعاون العلمي الخاص بليجو، «الكابوس بالنسبة لي هو أن يحدث ذلك قبل أن نقوم بتشغيله».

يبني العلماء اليابانيون مقياس تداخل آخر: كاشف كاميوكا للموجات الجاذبية (KAGRA)، سيُدفن عميقًا في منجم، ويمكن أن يصبح جاهزًا للعمل في وقت مبكر من عام 2018. وفي أوروبا، يحلم العلماء بتليسكوب أينشتاين، الذي يتضمن أذرع، طول كل منها 10 كيلومترات، مزروعة على هيئة مثلث، لكنْ بتكلفة تناهز المليار جنيه إسترليني على الأقل (1.4 مليار دولار أمريكي)، يبقى تليسكوب أينشتاين مجرد أمل في الوقت الحالي. وبالمثل، أجّلت وكالة الفضاء الأوروبية الإطلاق المُقترح لصياد الموجات الجاذبية الفضائي، هوائي مقياس التداخل الليزري الفضائي (LISA)، حتى عام 2034.

وحتى مع محاولة رؤساء المشروع للنهوض بليجو المتقدم وتشغيله، فإنهم يضغطون أيضًا من أجل وضع كاشف آخر في الهند، حيث سيسمح للفلكيين بتحديد موقع مصدر موجات الجاذبية بدقة أكبر. بنى مهندسو ليجو بالفعل مجموعة من المكونات، وقاموا بتخزينها في هانفورد. وهم في انتظار حكومة الهند الجديدة لتختار موقعًا وتوافق على التمويل. وبناءً على الوقت الذي سيحدث فيه ذلك، فإن ليجو الهندي يمكن أن يكون جاهزًا للعمل بحلول عام 2022 بتكلفة كلية تُقدَّر بحوالي 350 مليون دولار أمريكي.

بالعودة إلى الولايات المُتحدة، فإن ليجو المتقدم لديه الأموال الكافية لتشغيله حتى أكتوبر 2018، إلا أنه إذا لم يصل إلى الحساسية المُصمَّم من أجلها بحلول ذلك الوقت، سيحصل بالكاد على تمويل تشغيلي من مؤسسة العلوم الوطنية لمواصلة المحاولة لخمس سنوات أخرى، كما يقول العلماء. والمزيد من التحديث لتقليل الضوضاء الصادرة عند الترددات المرتفعة سيزيد من حساسيته أكثر من ذلك.

رغم أن معظم العلماء متفائلون بأن ليجو المتقدم سيحقق اكتشافًا في النهاية، ليس هناك ضمان لذلك. يقول باريش: «إذا وصلنا إلى الحساسية المُصَمَّم من أجلها، ولم يقم بأي كشف، ستعود الكثير من الأشياء إلى لوحة الرسم للمراجعة النظرية. وإذا فشلنا، فإننا لا نتوقع أن تقوم مؤسسة العلوم الوطنية بكفالته بطريقة أو بأخرى».

في الوقت الراهن، يقع مستقبل ذلك المجال بين يدي دي روزا وزملائه. إنه عابس، في حيرة من أمره، أمام شاشة متوهجة في غرفة التحكم في ليفنجستون، فثمة شيء لا يزال غير صحيح تمامًا بشأن الكيفية التي يرتد بها الضوء عن مرآة معينة بالآلة. يحين وقت العشاء، فيقوم ليجمع الآخرين بالغرفة؛ ويتوجهوا إلى مطعم مكسيكي؛ من أجل استراحة قصيرة.

بينما ينسحبون من موقف السيارات، تظهر سلسلة من التموُّجات على شاشات ليجو. لقد التقطت الكواشف فائقة الحساسية الهدير المُنبعث من سيارات الباحثين، مبتعدين في ظُلمة الليل. ■

ألكسندرا فيتزه تعمل مراسلة لدورية «*Nature*»، من بولد، كولورادو.



براعم الاندماج النووي

تقنيات الاندماج النووي البديلة آخِذة في التصاعد حاليًا، مدعومة برأس المال المغامر، والكثير من الأمل.

إم. ميتشل وَالْدروب

للوصول إلى واحدة من أكثر شركات الاندماج النووي سرّية في العالم، يجب على الزائرين شق طريقهم من خلال مجمع مكاتب في الضواحي عند سفح جبال سانتا آنا، إلى الشرق من إرفين، كاليفورنيا، إلى أن ينتهوا إلى مقر كبير لشركة «تراي ألفا إينرجي»، لا يحمل أي علامات.

هذا هو أقرب ما يمكن أن يصل إليه دخيل دون توقيع اتفاقية عدم الإفصاح؛ حيث إن شركة تراي ألفا تحمي أسرارها التجارية بإحكام شديد، لدرجة أنها لا تملك موقعًا على شبكة الإنترنت، ولكنّ شظايا المعلومات التي تسربت جعلت من الواضح أن هذا المبنى يحوي واحدة من أكبر تجارب الاندماج الجارية الآن في الولايات المتحدة. وهي واحدة من أكثر التجارب غير التقليدية.. فبدلًا من استخدام مفاعل «توكاماك»، بشكل الدونات، الذي هيمن على بحوث طاقة الاندماج لأكثر من 40 عامًا، تختبر حاليًا تراي ألفا مفاعلًا خطيًّا تَدعّي أنه سيكون أصغر وأبسط وأرخص، وسينتج طاقة اندماج تجارية خلال أكثر قليلًا من عقد من الزمان، وهو أقصر كثيرًا من الأعوام التي تراوحت بين 30 و50 عامًا، التي وعدتنا بها مفاعلات التوكاماك.

يبدو ذلك جذابًا، خاصةً في الوقت الذي يشهد فيه مشروع الاندماج الرائد في العالم ـ وهو توكاماك عملاق اسمه إيتر (المفاعل التجريبي الحراري النووي الدولي ITER) ـ تأخيرًا وتجاوزًا للتكاليف. ومن المتوقع أن يكون إيتر ـ الذي يجري بناؤه في كاداراش، فرنسا ـ أول مفاعل اندماجي قادر على توليد فائض طاقة من حرق مستدام من وقوده البلازمي، غير أن تكلفته تُقدَّر بحوالي 50 مليار دولار أمريكي، أي حوالي 10 مرات ضعف التقديرات المبدئية، ولن تبدأ أولى تجاربه بالوقود قبل عام 2027، أي بتأخير 11 عامًا عن الجدول الزمني.

يستحوذ إيتر على حصة الأسد من ميزانية طاقة الاندماج للولايات المتحدة، بينما يحظى المشجعون للأساليب البديلة بدعم شحيح من الحكومة، ولكنّ نفاد الصبر المتزايد من تكنولوجيا التوكاماك دَفَعَ فريق تراي ألفا، وعديدًا من الفيزيائيين الآخرين في الولايات المتحدة وكندا، للبحث عن خيارات مختلفة. فعلى مدى عقد ونصف، أطلق هؤلاء المُنْشَقُّون ما لا يقل عن ست شركات لاستهداف تصميمات بديلة للمفاعلات الاندماجية، بعضها يورد فعلًا نتائج مشجعة، ناهيك عن جذب استثمارات ضخمة. جمعت «تراي ألفا» نفسها 150 مليون دولار من أمثال المؤسِّس المشارك لمايكروسوفت بول ألِن، وشركة رأس المال الاستثماري التابعة للحكومة الروسية، «روسنانو» Rusnano.

إنّ ذلك النجاح يجلب تمحيصًا أكثر في وعودهم الجريئة، إذ تعرّضت تراي ألفا «لمشاكل يصعب التغلب عليها عندما بدأت التوسع لتصل إلى حجم المفاعلات»، كما يقول جيفري فريدبرج، وهو فيزيائي نووي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا في كمبريدج. فعلى سبيل المثال.. يجب على الشركة أن تثبت أنه يمكن تحقيق درجات حرارة تبلغ مليار كلفن، وهي الحرارة اللازمة لحرق الوقود الغريب الذي تنوي استخدامه، ويجب أن تبرهن على وجود طريقة عملية لتحويل الطاقة المُنتَجَة إلى كهرباء. يمكن أن تثار أسئلة مشابهة حول أي شركات ناشئة أخرى، كما يقول ستيفن دين، الذي يرأس «فيوجِن باور أسوسييتس»، وهي مجموعة داعمة في جايثرسبِرج، ميريلاند. ويستطرد دين قائلًا: «لا أعتقد أننا نستطيع أن نقول بصراحة إن أيًّا من هذه الأشياء أصبح في مرحلة تُحقِّق الاندماج بسرعة».

هل ستكون شركات الاندماج البديلة قادرة على الحفاظ على زخمها، وتبرير تفاؤل مؤسِّسيها؟ أم أنها ستتلاشى مثل الكثير من أحلام الاندماج التي سبقتها؟

NATURE.COM
للاستماع إلى بودكاست حول أفكار الاندماج النووي البديلة، قم بزيارة:
go.nature.com/q3uzxo

تقليد الشمس

من حيث المبدأ، بناء مفاعل اندماجي ما هو إلا مجرد مسألة تقليد للشمس. خذ نظائر مناسبة من الهيدروجين، أو من العناصر الخفيفة الأخرى، وأضف

يستخدم مفاعل جِنرال فيوجن مكابس ضخمة؛ لسحق الوقود في دوامة من الرصاص السائل تدور مغزليًّا.

HUBERT KANG PHOTOGRAPHY

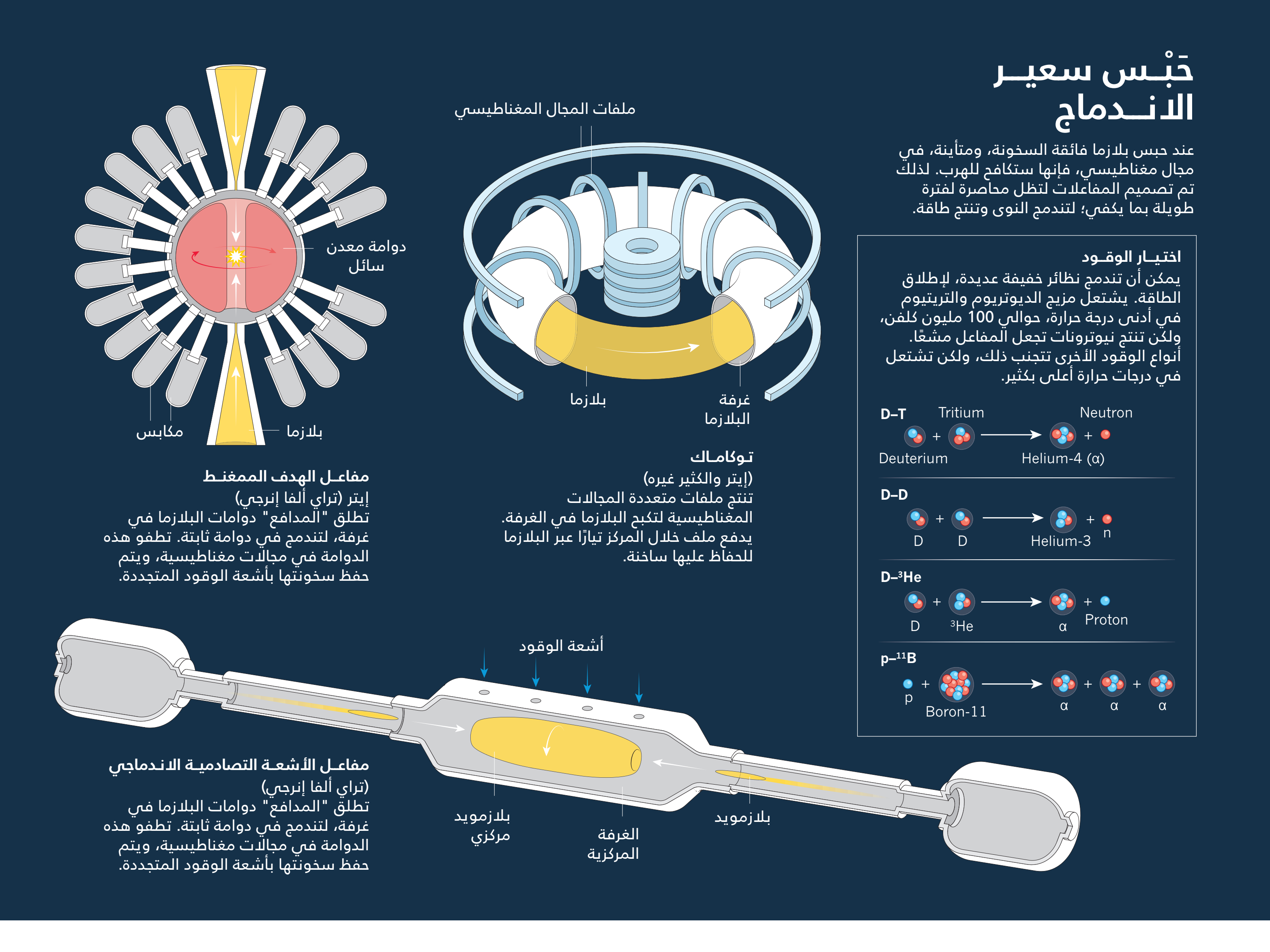


ILLUSTRATION: JASIEK KRZYSZTOFIAK/NATURE

حرارة لنزع الإلكترونات من نوى الذرات، ومن ثم تتشكل البلازما المتأينة، ثم اضغط تلك البلازما واحتفظ بها معًا لفترة من الوقت. سيسمح هذا للنوى بأن تندمج، فتُحوِّل تباعًا جزءًا من كتلتها إلى طاقة، ولكن من الناحية العملية، تؤدي محاولة تقليد النجم إلى مشاكل هندسية مروعة، فعلى سبيل المثال.. البلازما الساخنة المحبوسة في مجال مغناطيسي تميل إلى الالتواء والانحناء، كأنها ثعبان غاضب يكافح للهرب.

فضّل باحثو الاندماج نموذج التوكاماك لمدة طويلة، باعتباره أفضل وسيلة لاحتواء هذا الوحش البلازمي. ويرجع ابتكار التوكاماك إلى علماء الفيزياء السوفييت في خمسينات القرن الماضي، الذي أُعلِن عنه للغرب بعدها بعقد من الزمن، حيث حققت تلك المفاعلات كثافات بلازما، ودرجات حرارة، وحصرًا أعلى بكثير من أي آلةٍ قبلها. وبتطوير الفيزيائيين لتصميم التوكاماك؛ تحسّنت الطرق التي يتم السيطرة بها على البلازما ذات الطاقة العالية.

ومنذ البداية، تساءل العديد من الفيزيائيين عن إمكانية الارتقاء بالتوكاماك؛ لتحقيق إنتاج طاقة تجاري. فهي أجهزة معقدة بشكل مثبّط، بالنسبة للمبتدئين، حيث إنه يلزم لفّ الغرفة الحلقية بمجموعات متعددة من اللفات الكهرومغناطيسية اللازمة لتشكيل المجال المغناطيسي الذي يحصر البلازما. وتمر الكثير من اللفات التي يتم تشغيلها من خلال الفراغ الشبيه بمركز الدونات لدفع تيار كهربي قوي خلال البلازما (انظر: «حبس سعير الانصهار»). ثم هناك الوقود، وهو مزيج من نظائر الهيدروجين ديوتيريوم (دي) وتريتيوم (تي). فعلى نطاق واسع، يُعتبر الـ«دي-تي» الخيار الوحيد المناسب لمفاعل الطاقة، لأنه يشتعل عند درجة حرارة أقل من أي توليفة أخرى، فقط حوالي 100 مليون كلفن، ويطلق طاقة هائلة، لكن 80% من تلك الطاقة التي تنبعث من التفاعل تكون في شكل نيوترونات مسرعة، من شأنها أن تنشر الخراب على جدران مفاعل الطاقة، تاركةً إياها مشِعّة للغاية. ولتوليد الكهرباء، فإن طاقة النيوترونات لا بد من استخدامها لتسخين الماء في توربينات بخارية تقليدية -في عملية تتسم بكفاءة تتراوح من 30-40 % فقط.

إنّ التكلفة، والتعقيد، والتقدم البطيء.. أمور أعاقت أيضًا الاندماج بحصر القصور الذاتي، البديل الأبرز للحصر المغناطيسي بالتوكاماك. وهذا النهج ـ الذي تنفجر فيه كريات الوقود المجمدة للداخل بقوة بواسطة أشعة ليزر ذات طاقة عالية ـ تلَقَّى أيضًا الكثير من التمويل الحكومي. ورغم الجهد الذي امتد لعقود في أبحاث حصر القصور الذاتي، لا تزال مبادرات معينة، مثل منشأة الإشعال الوطنية في مختبر لورانس ليفرمور الوطني في ليفرمور، كاليفورنيا، تكافح من أجل الوفاء بوعودها لتحقيق طاقة الاندماج (انظر: *Nature* **491**, 159; 2012).

تحوُّل جذري

مثل هذه المخاوف أثارت بعض الحماس تجاه الستيلاريتور: جهاز حلقي يبسّط جوانب معينة من التوكاماك، ولكنه يتطلب مغناطيسات أكثر تعقيدًا. ومعظم علماء فيزياء البلازما تركوا المسائل الهندسية العملية لوقت لاحق، على افتراض أن التعديلات ستظهر بعد أن تقوم فيزياء البلازما بعملها. ورُوّاد الاندماج من الأقلية التي تجادل بأن هناك حاجة إلى حل جذري.. أولًا، تدبير الهندسة المناسبة، عبر تصميم مفاعل بسيط ورخيص، يمكن لشركات الطاقة فعلًا أن تشتريه، ومن ثم محاولة ترويض البلازما.

أحد هؤلاء الروّاد هو نورمان روستوكر، فيزيائي بجامعة كاليفورنيا في إرفين، شارك في تأسيس «تراي ألفا» في عام 1998، وهو في سن الثانية والسبعين. وقد اقترح هو وزملاؤه التخلص من وقود الـ«دي-تي» لصالح اندماج البروتونات مع بورون-11، وهو نظير مستقر يمثل حوالي 80% من البورون الطبيعي. يتطلب إشعال وقود بروتون-بورون-11 درجات حرارة تصل إلى مليار كلفن، أي ما يقرب من 100 ضعف سخونة قلب

الشمس. والطاقة المتولدة في كل حدث اندماجي ستكون فقط حوالي نصف تلك التي تصدر من وقود الـ«دي-تي»، لكن نواتج التفاعل ستكون خالية عمليًّا من النيوترونات المزعجة، حيث إن الاندماج سيولد فقط ثلاث نوى هيليوم نشطة، معروفة أيضًا باسم جسيمات ألفا. هذه الجسيمات مشحونة كهربيًّا، ومن ثم يمكن توجيهها بالمجالات المغناطيسية في جهاز «معجّل عكسي»، من شأنه أن يحول طاقاتها إلى تيار كهربي عادي بكفاءة تصل إلى 90%.

إن حرق بلازما بروتون-بورون-11 عند مليار كلفن في التوكاماك كان غير وارد، لأسباب عدة، منها عدم إمكانية الحصول على المجالات المغناطيسية الهائلة اللازمة للحصر. لذلك.. صمم روستوكر وزملاؤه مفاعلًا خطيًّا يبدو كمدفعَين متقابلَين. كل مدفع يطلق حلقات من البلازما، تسمى بلازمويدات، معروفة بأنها مستقرة بشكل ملحوظ، إذ سيعمل تدفق تيار الأيونات في البلازما على توليد مجال مغناطيسي، وهذا من شأنه أن يحافظ على البلازما محصورة. يقول آلان هوفمان، فيزيائي البلازما في جامعة واشنطن: «هذه هي التهيئة الأكثر مثالية التي يمكن أن تصوُّرها».

لبدء المفاعل، سيطلق كل مدفع بلازمويد في غرفة مركزية، حيث يتآلف الاثنان في بلازمويد أكبر، وحر الحركة، يبقى لفترة طويلة طالما أمكن تغذيته بوقود إضافي. سيتم توجيه جسيمات ألفا الناتجة من التفاعل إلى الخلف خلال المدفعين بمجال مغناطيسي آخر، ومن ثم التقاطها في محوِّل الطاقة.

في الوقت الذي نشر فيه الفريق هذا المفهوم[1] في عام 1997، أصبح واضحًا أن وزارة الطاقة الأمريكية ليست في طريقها لتمويل تطوير الجهاز، مفضِّلة بدلًا من ذلك

«هل ستكون شركات الاندماج البديلة قادرة على الحفاظ على زخمها – أم أنها ستتلاشى؟»

التركيز على التوكاماك، الذي بدا وكأنه رهان أكثر أمانًا. يقول جون سلو، فيزيائي البلازما في جامعة واشنطن: «التجارب العظيمة تم تمويلها لعقود من الزمن، ولذا.. هناك احتمال ضئيل ألا تستطيع تحقيق أهدافها. وإذا شرعوا في تمويل تلك البدائل؛ ستعود كل الشكوك». لذلك.. قرر روستوكر وزملاؤه الاستفادة من الثقافة القوية للولايات المتحدة في شركات التكنولوجيا الناشئة والتمويل الاستثماري المغامر. فكوّنوا شركة أسموها ترای ألفا، بعد تمكنهم من إجراء تفاعل بروتون-بورون-11، ومن ثم ذهبوا إلى زيادة الاستثمار الكافي لتوظيف أكثر من مائة شخص.

يعتقد دين أن عقلية البدء تفسر السرية الشديدة لتراى ألفا، ويقول: «جزء من سحر كونك شركة ممولة من رأس مال استثماري مغامر هو تطوير أفكارك، قبل أن يستطيع أي شخص آخر أن يراها». وعلى مدى السنوات الخمس الماضية، بدأت الشركة السماح لموظفيها بنشر النتائج واستعراضها في المؤتمرات. فمع آلتهم التجريبية الحالية، وهو جهاز يبلغ طوله 10 أمتار، يسمى سي-2، استطاعت «تراى ألفا» أن تثبت حدوث التآلف بين البلازمويد المتصادم، كما هو متوقع[2]، واستمرار كرة النار لمدة تصل إلى 4 ميلّي ثانية، وهي مدة طويلة جدًّا، وفقًا لمعايير فيزياء البلازما، طالما يتم حقن الوقود بالأشعة[3]. وفي العام الماضي، أعلن باحث «تراي ألفا»، هوبانج جوو، في مؤتمر البلازما في فورت وورث، تكساس، أن مدة الحرق قد ارتفعت إلى 5 ميلّي ثانية. هذا.. وتبحث الشركة الآن عن المال لبناء آلة أكبر.

«كبرنامج علمي، يُعتبر ذلك ناجحًا للغاية، ولكنه ليس انصهار بروتون- بورون-11حتى الآن»، كما يقول هوفمان، الذي استعرض ذلك العمل للمليارد ير ألِن، عندما كان يفكر هذا الأخير في الاستثمار من عدمِه. فكما يقول، شغّلت «تراي ألفا» آلتها الـ«سي-2» فقط مع الديوتيريوم، ولا تزال بعيدة كل البعد عن تحقيق ظروف البلازما القصوى اللازمة لحرق الوقود في نهاية المطاف.

لم تستطع «تراي ألفا» تحقيق التحويل المباشر لجسيمات ألفا إلى كهرباء. يقول مارتن جرينوالد، الفيزيائي في معهد ماساتشوستس للتكنولوجيا، والرئيس السابق للجنة الاستشارية لطاقة الاندماج التابعة لوزارة الطاقة: «لم أر أي مخططات من شأنها أن تعمل فعلًا من الناحية العملية». في الواقع، تخطط «تراي ألفا» كي يستخدم الجيل الأول من مفاعلها للطاقة نظامَ التوربينات البخارية الشائع. أما روّاد مشروعات الاندماج الأخرى، فسيكون عليهم مواجهة تحديات مماثلة، لكن ذلك لم يثنهم عن مواصلة الطريق. وسلو هو المسؤول العلمي في «هيليون إينرجي» في ريدموند، واشنطن، التي تعمل على تطوير مفاعل الأشعة التصادمية الخطي، الذي سيكون صغيرًا بما يكفي لينقل على ظهر شاحنة كبيرة. يطلق مفاعل هيليون سيلًا منتظمًا من البلازمويدات من كل جانب في غرفة، حيث يتم سحق الوقود من خلال المجالات المغناطيسية، حتى يبدأ الاندماج. خلال ثانية واحدة، يتم توجيه نواتج الاندماج بعيدًا لينفدع زوج البلازمويد التالي إلى الغرفة. يقول الرئيس التنفيذي للشركة، ديفيد كيرتلي: «نحب أن نشبِّه ذلك بمحرك الديزل. ففي كل شوط يتم حقن الوقود، وضغطه بواسطة المكبس، حتى يشتعل دون الحاجة إلى شرارة، ومن ثم يدفع الانفجار المكبس مجددًا».

دَلَّت «هيليون» على الفكرة[4] في مفاعل «دي-دي» مع البلازمويدات التي تطلق مرة كل ثلاث دقائق، وهي تسعى حاليًا للحصول على 15 مليون دولار، كتمويل خاص على مدى السنوات الخمس المقبلة؛ لتطوير آلة واسعة النطاق يمكنها استخدام وقود «دي-تي» للوصول إلى نقطة التعادل، التي تتولد عندها طاقة بقدر ما يلزم للتشغيل. تأمل الشركة أن يستطيع مفاعلها أن يصل في النهاية إلى ظروف أكثر سخونة؛ بما يلزم لدمج الديوتيريوم مع الهيليوم[3]. وهذه توليفة أخرى تنتج عنها جسيمات ألفا وبروتونات فقط، بلا نيوترونات في نواتج التفاعل.

إنّ كيرتلي متفائل بخصوص المال، إذ يقول: «هناك حاجة هائلة في السوق إلى طاقة منخفضة التكلفة، وآمنة، ونظيفة. ولذلك.. نحن نشهد دفعة كبيرة في مجتمع الاستثمار الخاص لتمويل وسائل بديلة لتوليد ذلك». وإذا كان توفير التمويل ناجحًا، كما يقول كيرتلي، «ستكون خطتنا وجود محطة توليد كهرباء تجريبية تدخل العمل في ست سنوات».

بالدَّوَرَان

الأفكار البديلة الأخرى تتمسك بوقود الـ«دي-تي»، ولكنها تتعامل معه بطرق مختلفة. في برنابي، كندا، قام باحثون في «جِنِرال فيوجن» بتصميم مفاعل يتم فيه حقن بلازمويد الـ«دي-تي» في دوامة من الرصاص السائل تدور مغزليًّا، ولا يلبث أن يُسحَق بقوة إلى الداخل بفعل غابة من المكابس. وإذا حدث هذا الضغط في غضون بضعة ميكروثوانٍ؛ ستنهار البلازما لخلق ظروف الاندماج[5]. ومن مزايا هذا التصميم أن الرصاص السائل لا يتحول إلى مُشِعّ عندما يُنسَف بالنيوترونات، كما يقول ميشال لابِرج، مؤسِّس «جِنرال فيوجن» في عام 2002.

استطاعت «جِنرال فيوجن» إثبات الفكرة بجهاز على نطاق صغير، وذلك باستخدام مكابس مدفوعة بمتفجرات؛ وجَنَتْ نحو 50 مليون دولار من أصحاب رأس المال الاستثماري المغامر والحكومة الكندية. وإذا تمكنت الشركة من الحصول على 25 مليون دولار أمريكي إضافية تقريبًا، كما يقول لابِرج؛ ستبني نظام انفجار داخلي أضخم، يمكن أن يضغط البلازما إلى المستويات اللازمة؛ لإحداث الاندماج، ربما في غضون العامين المقبلين.

على الرغم من هذا التفاؤل، يقدّر دين بأنه لا زال يفصلنا عقد من الزمن على الأقل، وربما فترة أطول، قبل إنتاج وتشغيل أي شركة تعمل في أبحاث مفاعلات الاندماج البديلة لمحطة الطاقة. هناك ببساطة الكثير من التكنولوجيا الجديدة التي تحتاج إلى تحقيق، كما يقول. «أعتقد أن هذه الأشياء هي دوافع جيدة، وينبغي دعمها، ولكنني لا أعتقد أننا على وشك تحقيق انفراجة.»

ليس من الواضح كم من هذا الدعم سيأتي من وزارة الطاقة في الولايات المتحدة في المستقبل المنظور، إذ قدَّم برنامج طاقة الاندماج التابع لوزارة الطاقة قدرًا يسيرًا من المال لشركة «هيليون»، وأيضًا لبعض الأبحاث الأكاديمية التي تتم على نطاق صغير للمفاعلات البديلة. هذا.. بينما أبدت وكالة الوزارة للتمويل طويل الأمد ـ وهي وكالة مشروعات البحوث المتقدمة للطاقة ـ اهتمامًا ببعض الأفكار البديلة، لدرجة أنها عقدت ورشة عمل حولها العام الماضي. تقوم اللجنة الاستشارية لطاقة الاندماج حاليًا بإعداد خطة بحثية لمدة عشر سنوات، تبدأ بحلول بداية العام المقبل، التي قد تؤدي إلى مزيد من الدعم للشركات الناشئة، غير أن الأموال شحيحة، بينما يمثّل إيتر استنزافًا ماليًّا ضخمًا.

في الوقت الراهن، سيأتي المال الوفير على الأرجح من القطاع الخاص. ورغم العديد من العقبات التقنية، يبدو أن المستثمرين على استعداد لاستغلال فرصة.

يقول سلو: «بدأ الناس يفكرون في أنه ربما تكون هناك طرق أخرى للقيام بذلك! لعل الأمر يستحق بضعة ملايين لمعرفة ذلك». ■

إم. ميتشل وَالْدروب محرِّر تحقيقات لدورية *Nature* في واشنطن العاصمة.

1. Rostoker, N., Binderbauer, M. W. & Monkhorst, H. J. *Science* **278,** 1419–1422 (1997).
2. Binderbauer, M. W. *et al. Phys. Rev. Lett.* **105,** 045003 (2010).
3. Tuszewski, M. *et al. Phys. Rev. Lett.* **108,** 255008 (2012).
4. Slough, J., Votroubek, G. & Pihl, C. *Nucl. Fusion* **51,** 053008 (2011).
5. Laberge, M. *J. Fusion Energy* **27,** 65–68 (2008).

دعـوة للحضور

تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين
الملك عبد الله بن عبد العزيز





المؤتمر السعودي الدولي الثالث
لتقنية المعلومات ٢٠١٤

٢٦ - ٢٨ ذو الحجة ١٤٣٥ هـ ، الموافق ٢٠ - ٢٢ أكتوبر ٢٠١٤ م

قاعة المؤتمرات - مبنى ٣٦ - مقر المدينة الرئيسي - طريق الملك عبدالله - الرياض

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: ٤٣٤٩ ١١٤٨١ ٩٦٦+
فاكس: ٣٨٣٠ ١١٤٨١ ٩٦٦+
www.kacst.edu.sa

تعليقات



PHILIPPE LOPEZ/AFP/GETTY

الحيـاة الصحيـة تحتـاج إلى إدارة عالميـة

لورانس أو. جوستن يدعو إلى اتخاذ إجراءات بشأن التغذية والتلوث والبيئة العمرانية؛ للحدّ من الأمراض غير المعدية، مثل السكري والسرطان.

من المعروف أن وسائل المواصلات الحديثة، والهجرة الجماعية، والعولمة، تزيد من انتشار الأمراض المعدية. وهذه العوامل نفسها تزيد أيضًا من معدّلات الإصابة بالأمراض غير المعدية NCDs، مثل السرطان، وداء السكري، ومرض القلب. ومع ازدهار البلدان النامية، فإن هذه الحالات هي نتاج ثانوي لارتفاع تلوث الهواء، وقلة النشاط البدني، وتعاطي الكحول، والتدخين، والسعرات الحرارية الزائدة.

إن الوفيات بسبب السرطان وأمراض القلب والسكري تفوق الوفيات بسبب العدوى والمجاعة ومضاعفات الحمل في جميع الأقاليم، باستثناء أفريقيا جنوب الصحراء الكبرى، فالأمراض غير المعدية تمثل 65% من الوفيات في جميع أنحاء العالم، وتشكِّل أكثر من نصف عبء المرض العالمي[1]. وهو مقياس للوقت غير المثمر، بسبب اعتلال الصحة، أو الإعاقة (انظر: «مُميت ومُهْمَل»). كما أن ما يقرب من 80% من 35 مليون حالة وفاة تُعزَى إلى الأمراض غير المعدية في البلدان منخفضة ومتوسطة الدخل[2]. وعلى الصعيد العالمي، يُقَدَّر العبء الاقتصادي للقوى العاملة غير الصحية وارتفاع نفقات الرعاية الصحية[3] بحوالي 47 تريليون دولار أمريكي بحلول عام 2030.

الأطعمة الدسمة، والسجائر، والنبيذ الفاخر، وأنماط الحياة السهلة ـ والمخاطر الصحية المصاحِبة ـ كانت ذات يوم دلالة على الرفاهية، في حين كانت للفقراء مجموعة مختلفة من المشكلات، تتمثل في سوء التغذية، والأشغال الشاقة، والأمراض المعدية. ولا يزال يقوم التَّحَضُّر والأسواق المُعَوْلَمة على المواءمة بين الثقافات، ودَفْع الناس في جميع أنحاء العالم نحو العادات غير الصحية.. فمن دالاس إلى دكا، تمتلئ شوارع المدن بمطاعم الوجبات السريعة؛ ولوحات الإعلانات عن الأغذية غير الصحية والمشروبات الكحولية. فلا بد من القيام بشيءٍ ما حيال ذلك.

المعاهدات الصحية

حدَّد الباحثون سُبلًا فعالة من حيث التكلفة لمنع الأمراض غير المعدية، واتساع التفاوتات الصحية اللاحقة، على أن تكون الحكومات الوطنية والمحلية هي المفتاح لتنفيذ هذه الجهود، مما يجعل الإدارة العالمية حافزًا قويًّا بوضع القواعد، وتعبئة التمويل، ومساءلة الدول. وقد أفلحت هذه الاستراتيجية بالفعل في منع الوفيات الناجمة عن التدخين.

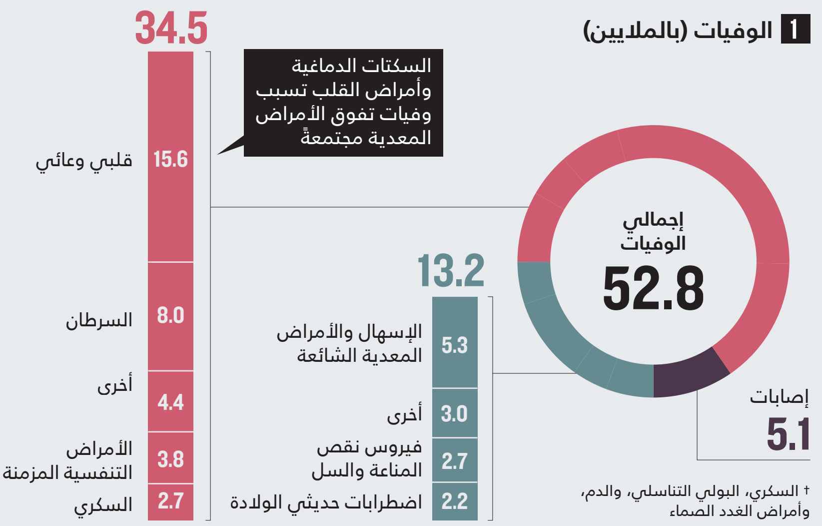
ينبغي على الوكالات العالمية إنشاء صندوق عالمي مكرَّس للأمراض غير المعدية، وتنظيم الصناعة لتحسين التغذية، وتغيير البيئات العمرانية لتعزيز النشاط البدني، وإشراك مختلف القطاعات الحكومية والمجموعات الأخرى في الوقاية.

التقدم الملحوظ الذي تم إحرازه في الحد من التدخين يقدِّم مثالًا يُحتذى به على ما يمكن أن تقوم به الأنظمة العالمية. فمعاهدة منظمة الصحة العالمية لمكافحة التدخين(FCTC) ، التي أُنشئت في عام 2003، هي ◄

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مُميت ومُهْمَل

الأمراض غير المعدية (NCDs) ـ مثل السرطان وداء السكري ـ سبَّبت وفيات وحالات عجز في عام 2010 أكثر مما فعلت الأمراض المعدية، ولكن تلقَّت استثمارًا منخفضًا على نحو غير متناسبْ



SOURCES: 1, REF. 2; 2, REF. 1

واحدة من أكثر المعاهدات التي تم التصديق عليها على نطاق واسع في التاريخ، حيث وصل عدد الدول الأطراف في الاتفاقية إلى 178 دولة، مُوَفِّرِن متطلبات سَنّ قيود قوية على التدخين، وذلك من خلال الضرائب، وحظر الدعاية، وحظر التدخين في أماكن العمل والأماكن العامة. وتقدِّم منظمة الصحة العالمية المساعدة التقنية مع تقييم الاحتياجات، وصياغة التشريعات وتبادل المعلومات والتقنيات.

وعلى الرغم من أن تنفيذ معاهدة مكافحة التدخين غير مكتمل، إلا أن المحاكم الوطنية تستشهد بها لتبرير تدابير مكافحة التدخين، كما دفعت الاتفاقية البلدان نحو سياسات تفتح آفاقًا جديدة في التعبئة والتغليف الواضح، والتحذيرات التصويرية، وحظر المبيعات، حيث قامت 51 بلدًا ـ على الأقل ـ بإدراج أحكام معاهدة مكافحة التدخين في القانون الوطني، وعزَّزت 79% من الأطراف القوانينَ المحلية التي تحكم التبغ[4].

وقد أنقذت معاهدة مكافحة التدخين حياةَ ما يقرب من 8 ملايين نسمة في الولايات المتحدة وحدها في الـ50 سنة الماضية[5]. إنّ سير معاهدة مكافحة التدخين حفّزت المجتمع المدني على مساءلة الدول بإجراءات، كان من أبرزها إنشاء تحالُف للدفاع عن الالتزامات الدولية المُلْزِمة، والكشف عن مدى سلطة صناعة التبغ[6].

ضعيفة وغير مكتملة

في جميع النواحي الأخرى، كانت الاستجابة العالمية للأمراض غير المعدية ضعيفة ومنقسمة على نفسها. ففي تحليل منهجي للبحث[7] في انتشار السمنة، لم تستطع أي بلد من 188 بلدًا شملتها الدراسة خَفْض معدلات السمنة فيها. كما أن منظمة الصحة العالمية تكرس 8% فقط من ميزانيتها للأمراض غير المعدية، مقارنةً بـ39% للأمراض المعدية، والقضاء على شلل الأطفال، لكن التوزيع غير المتوازن للتمويل هذا قد يعود جزئيًّا إلى أن الجهات المانحة المهمة، مثل مؤسسة «بيل وميليندا جيتس» والتي تخصِّص تبرعاتها لأمراض معينة، مثل فيروس نقص المناعة البشرية، والملاريا، حيث إنها أمراض ذات أهداف ملموسة، ونجاحها يسهل قياسه. مثل هذه المبادرات الهزيلة تحقِّق انتصارات سريعة، لكنها تفشل في كبح جماح المخاطر الصحية الأكثر انتشارًا.

حتى الآن لا يوجد هناك أي تأييد واضح للوقاية من الأمراض غير المعدية. فالأمم المتحدة لم تكرِّس قمة رفيعة المستوى للأمراض غير المعدية حتى سبتمبر 2011، رغم أنها ـ وبحلول هذا الوقت ـ كانت قد عقدت ثلاث قِمَم عن الإيدز. وعلى عكس اجتماعات الإيدز، فشلت قمة الأمراض غير المعدية في جذب النشاط على نطاق واسع، ووضْع أهداف، واتخاذ خطوات للتنفيذ، أو تخصيص التمويل. كما أنها تجاهلت الصحة النفسية تمامًا، حتى إن الأهداف الإنمائية للألفية ـ التي وضعتها الأمم المتحدة في بداية هذا القرن ـ قد استبعدت الأمراض غير المعدية؛ وسوف تشمل المجموعة التالية من الأهداف الأمراض غير المعدية فقط كهدف ثانوي، إنْ حدث واشتملتها.

في مايو 2012، حدَّدت منظمة الصحة العالمية هدفًا عالميًّا: وهو تخفيض 25% في معدل وفيات الأمراض غير المعدية المبكرة بحلول عام 2025 (25 هدفًا بحلول عام 2025)، يُتْبَع بنظام المراقبة العالمي، وخطة عمل. كما اعتمدت منظمة الصحة العالمية أيضًا استراتيجيات بشأن النظام الغذائي، والنشاط البدني، وتعاطي الكحول، والصحة العقلية (انظر: «أفضل ما يمكن شراؤه»). ومع ذلك.. فإن هذه كلها إجراءات تَطَوُّعِية، في تناقض صارخ للحال مع معاهدات منظمة الصحة العالمية بشأن التدخين والأمراض المعدية.


طفل في معسكر لانقاص الوزن في الصين

CHINA PHOTOS/GETTY

في عام 2013، خلص الأمين العام للأمم المتحدة بان كي مون إلى أن الوقاية من الأمراض غير المعدية القومية لا تزال «غير كافية ومتفاوتة». ويمكن أن يُعزى هذا الرد السياسي الهزيل، جزئيًّا، إلى الحكومات التي تدين بالفضل للمصالح المادية، فالكيانات الزراعية والصناعية تطالب بإعانات لتخفيض أسعار الأغذية غير الصحية، مثل الذرة، التي يتحول بعضها إلى شراب الذرة عالي الفركتوز، كما أن الصناعات الغذائية وصناعات المشروبات الكحولية تضغط لخفض الضرائب وتخفيف القوانين المنظِّمة، مثل نَسْف الضرائب المقترَحة في مدينة نيويورك على المشروبات الغازية ـ على سبيل المثال ـ وكذلك الأمر بالنسبة إلى الصناعات التي تنبعث منها ملوثات الهواء، كما أن الشركات ووسائل الإعلام تقاوم قوانين الحدّ من الدعاية، وعلى الجانب الآخر.. تجد الحكومات صعوبة في الإشراف على الشركات متعددة الجنسيات التي تتجاوز اللوائح.

وصفة للمبادرة

دون قيودٍ كتلك التي فرضتها معاهدة مكافحة التدخين على التدخين، فإن الصناعات تشكل السياسات التي من المفترض أن تُخْضِعها. فشركات الأغذية والمشروبات الكحولية تصنع وتسوق منتجات غير صحية، وغالبا ما تكون عليها ملصقات مضلِّلة. وعلى الرغم من احتوائها على كميات كبيرة من الصوديوم والسكر والدهون المتحوِّلة، إلا أن شركات الوجبات السريعة قد استطاعت ـ بشكل مُلْتَوٍ ـ اقتحام المدارس والمستشفيات. ومع ذلك.. فإن الأمراض غير المعدية غالبًا ما تُلْقِي باللوم على المسؤولية الفردية، وانتقاد سياسات الوقاية على أنها فرض سيطرة، لكن الأضرار الناجمة عن الأمراض غير المعدية تتجاوز

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأفراد، ولذا.. فإنه ينبغي إعادة تصوُّر الوضع كمشكلة عامة تتطلب استجابة عالمية.

فالاتفاقات الدولية يمكنها أن تضع معايير صحية من شأنها توجيه البلدان إلى الأولوية التي توليها للأمراض غير المعدية. وبشكل أكثر عملية، فإنها يمكن أن تساعد على تعبئة الموارد، وتحفيز السياسات الوطنية، ووضع المعايير القائمة على الأدلة، وبناء القدرة على صياغة التشريعات، وتبادل المعلومات حول أفضل الممارسات، وتقييم التقدم، وتطبيق القوانين.

ينبغي على منظمة الصحة العالمية اعتماد اتفاقية بشأن الأمراض غير المعدية على غرار معاهدة مكافحة التدخين. فإذا كانت السياسة ستعوق إبرام معاهدة واسعة النطاق، فيمكن لمنظمة الصحة العالمية أن تركز بشكل استراتيجي على الغذاء والكحول، أو اعتماد قوانين «معتدلة»، مثل قواعد الممارسة مع أحكام للتنفيذ ورفع التقارير. هذه الإجراءات ستفوق المبادئ التوجيهية الحالية حول الكَمّ الذي يجب تناوله من السكر والملح. كما أن هناك أيضًا نماذج لهجين بين القوانين المعتدلة والصارمة ـ مثل هيئة التأهب للإنفلونزا الجائحة، التابعة لمنظمة الصحة العالمية ـ يقوم بواجباته التعاقدية في القطاع الخاص، للإسهام باللقاحات للبلدان النامية.

في الأسبوع الثاني من شهر يوليو الماضي، عقدت الأمم المتحدة اجتماعًا في نيويورك؛ لتقييم التقدم حول الوقاية من الأمراض غير المعدية. والموضوعات موضع مناقشة الحضور، بمن فيهم ممثلون عن المنظمات غير الحكومية والقطاع الخاص ومنظمة الصحة العالمية، تتناول الخطوات الأربع التالية، التي من شأنها إضفاء القوة على الإدارة العالمية للأمراض غير المعدية.

ضمان التمويل المستدام: هناك حاجة إلى التمويل الدولي؛ لبناء قدرة البلدان ذات الدخل المنخفض على معالجة الأمراض غير المعدية عن طريق التثقيف الصحي، ولوائح الشركات، وتدريب العاملين في مجال الصحة، والوصول إلى العلاج بأسعار معقولة. كما قد يساعد الإدارة العالمية للأمراض غير المعدية على تحديد أيٍّ من الأمراض غير المعدية يُعْزَى لعدم قدرة الأسر الفقيرة على شراء الأطعمة المغذية للأطفال الصغار أو النساء الحوامل.

وينبغي إنشاء الصندوق العالمي للصحة - على غرار الصندوق العالمي لمكافحة الإيدز والسل والملاريا - والالتزام بخطة لتمويله لمدة عشر سنوات؛ لتحقيق أهداف الأمراض غير المعدية بحلول عام 2025. وهذا يتطلب تحوُّلات كبرى في الأولويات من قِبَل الدول الغنية وفاعلي الخير.

تنظيم الصناعة: أدى بعض التعاون بين قطاع الصناعة والحكومة إلى تصنيع أغذية معلَّبة صحية. فقد حدَّد برنامج الحدّ من تناول الملح في المملكة المتحدة أهدافًا طوعية لـ85 من فئات الأطعمة المصنعة، مما ساعد على الحدّ من تناول السكان للصوديوم بنسبة 15% بين عامي 2003 و2011 وأسهَم ـ على الأرجح ـ في انخفاض معدلات الإصابة بالمرض القلبي الوعائي[8].

إن المبادئ التوجيهية الطوعية يمكنها في كثير من الأحيان درء أو تعطيل التنظيم الأكثر فعالية. ففي بعض البلدان، ومن بينها الولايات المتحدة، تَبَنَّت صناعة الأغذية نُظُمًا ضعيفة ذاتية في الدعاية للأطفال؛ أحبطت إصدار اللوائح الحكومية الأكثر صرامة.

هذه القواعد صعبة التنفيذ من الناحية السياسية. فالبلدان عندما تفرض ضرائب أعلى، أو تضع ضوابط

أفضل ما يمكن شراؤه

استراتيجيات منخفضة التكلفة، ذات تأثير كبير لمنظمة الصحة العالمية للوقاية من الأمراض غير المعدية

التبغ	• زيادة الضرائب • حظر التدخين في أماكن العمل والأماكن العامة • معلومات صحية وتحذيرات • فرض حظر على إعلانات التبغ والترويج له ورعايته
الكحول	• زيادة الضرائب • حظر الوصول إلى متاجر الكحول • فرض حظر على الإعلانات
النظام الغذائي، والنشاط البدني	• انخفاض محتوى الملح في الأغذية • استبدال الدهون غير المشبَّعة بالدهون المهدرَجة • حملات وسائل الإعلام بشأن النظام الغذائي والنشاط
أمراض القلب والشرايين، وداء السكري	• الاستشارة والأدوية للأشخاص المعرضين بشدة لخطر النوبات القلبية والسكتة الدماغية
السرطان	• التحصين ضد التهاب الكبد B؛ للوقاية من سرطان الكبد • فحص وعلاج الآفات محتملة التسرطن؛ للوقاية من سرطان عنق الرحم

صارمة، فإنها تخاطر بفقدان الوظائف وعائدات الضرائب، إذا انتقلت الشركات إلى مناطق ذات سلطات قضائية أقل صرامة. لذا.. فإذا تعاونت الحكومات معًا؛ سيحدّ ذلك التعاون من تلاعب الشركات. كما ينبغي أن تتعاون الدول لإنشاء اتفاقات مُلْزِمة، من شأنها التغلب على العوائق السياسية[9].

تغيير البيئة العمرانية: ينبغي أن تكون الأنشطة الصحية خيارًا سهلًا، حيث يعيش الناس، يتعلمون ويعملون ويلعبون. فمَمَرّات الدراجات، وبرامج تبادل الدراجات، والأرصفة، وملاعب الأطفال، والملاعب الرياضية، والحدائق تجعل النشاط البدني آمنًا وجاذِبًا. كما أن الاستثمار في النقل العام يقلل من القيادة وتلوث الهواء، ويجب على المدارس وأرباب العمل تكريس الوقت للاستجمام، وتقديم قوائم طعام صحية، وجَعْل استخدام الدَّرَج (السلالم) محبَّبًا بشكل أكبر.

إنّ الإدارة العالمية من شأنها تيسير هذه البيئات بعدة طرق: من خلال توفير نماذج لإعادة تصميم الأماكن العامة والمدارس وأماكن العمل؛ ومن خلال تقديم المساعدة التقنية في الهندسة المعمارية وتخطيط المدن؛ ومن خلال إتاحة الحوافز ـ مثل المِنَح التنافسية ـ لتعزيز المناظر الطبيعية المبتكرة للمدن، أو برامج الغذاء، كما أن هذه الإدارة يمكنها أن تعزز تبادل المعلومات، ويتجلى ذلك في برنامج الوقاية من الإصابة بمرض القلب في فنلندا، التي شملت مبادرات لزيادة النشاط البدني، وألهمت تدابير الوقاية المماثلة في البلدان الأخرى.

أولويات الوقاية: الوقاية من الأمراض غير المعدية تتطلب مشاركة العديد من القطاعات الحكومية، والصناعية، والعمل الخيري، والمجتمع. ووجود استراتيجية فعالة سيعمل على التنسيق بين كل من وزارة المالية، والتعليم، والعمل والتخطيط الحضري. وخير مثال هو حملة «أجيتا ساو باولو»، («فليتحرك قاطني ساو باولو») في البرازيل، التي أشادت بها منظمة الصحة العالمية وتم تقليدها في بلدان أمريكا اللاتينية الأخرى، مشجعة الشركات الكبيرة على تعزيز النشاط البدني بين موظفيها[10].

هناك أمثلة متعددة القطاعات على الصعيد العالمي: فمنظمة الأغذية والزراعة للأمم المتحدة تُوَائِم المعايير الغذائية، وتضع الملصقات، وتحارب من أجل الأمن الغذائي من خلال معايير دستورها الغذائي. ومنظمة التجارة العالمية تفصل في اتفاقيات التجارة الحرة. وعلى الرغم من أن التبغ والكحول والغذاء - عوامل الخطر للأمراض غير المعدية - هي بالفعل تحت بعض الرقابة الدولية، إلا أن الوقاية نادرًا ما تحتل مكانة بارزة في هذه الأنظمة، وستساعد الإدارة الأقوى لمنظمة الصحة العالمية على مواجهة القوى التي تجعل الاهتمامات الاقتصادية قصيرة الأجل في أولويّاتها على الوقاية والعلاج من الأمراض غير المعدية.

مسؤولية مشتركة

هناك من يقولون إن المعاناة البشرية والخسائر الاقتصادية من أمراض القلب والسكتة الدماغية والسكري والسرطان وما شابه هي مسألة اختيار شخصي، ومسؤولية أسرية، إلى جانب ظروف السوق الحرة، لكن هناك طريقة أفضل لتعزيز السلوك وصحة البيئة، فأزمة الأمراض غير المعدية هي بسببنا، ويمكن عَكْسها فقط من خلال العمل الجماعي الفوري.

وما سيعود على المجتمع من جرّاء مَنْع الأمراض غير المعدية ليس مجرد طول العمر والازدهار، ولكنْ أيضًا المُتَع البسيطة التي تأتي من أن يعيش الناس حياة أكثر صحةً، وأكثر نشاطًا. إنه مطمحٌ في متناولنا. ■

لورانس أو. جستن أستاذ القانون الصحي العالمي، ومدير مركز منظمة الصحة العالمية للتعاون بشأن قانون الصحة العامة وحقوق الإنسان في جامعة جورج تاون في واشنطن العاصمة، الولايات المتحدة الأمريكية.

البريد الإلكتروني: gostin@law.georgetown.edu

1. Dieleman, J. L. *et al. Health Affs* **33,** 878–886 (2014).
2. Lozano, R. *et al. Lancet* **380,** 2095–2128 (2012).
3. Allyne, G. *et al. Lancet* **381,** 566–576 (2013).
4. Muggli, M. E. *et al. Tob. Control* http://dx.doi.org/10.1136/tobaccocontrol-2012-050854 (2013).
5. Holford, T. R. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **311,** 164–171 (2014).
6. Yach, D. *Lancet* **383,** 1771–1779 (2014).
7. Ng, M. *et al. Lancet* http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(14)60460-8 (2014).
8. He, F. J., Pombo-Rodrigues, S. & MacGregor, G. A. *BMJ Open* **4,** e004549 (2014).
9. Gostin, L. O. *Global Health Law* (Harvard Univ. Press, 2014).
10. Matsudo, S. M. *et al. Pan Am. J. Public Health* **14,** 265–272 (2003).


ASIANET-PAKISTAN/ALAMY

عامِل صحة يُطعِّم طفلًا بلقاح شلل الأطفال في تشامان، باكستان، على مقربة من الحدود مع أفغانستان، وذلك في مايو الماضي.

اجتثاث شلل الأطفال يتوقف على صحة الأطفال في باكستان

يقول **ذو الفقار أحمد بوتا:** «مفتاح اجتثاث شلل الأطفال من على وجه الأرض يتمثل في تعزيز بعض الخدمات الصحية والتطعيمات الروتينية، وليس من خلال تطعيم المسافرين».

قبل نحو عام، كان تحقيق عالَم خالٍ من مرض شلل الأطفال قاب قوسين أو أدنى من المجهودات التي بُذلت لمجابهته. ففي عام 1988، أصيب بالشلل حوالي 350,000 شخص من 125 دولة، بسبب فيروس شلل الأطفال (Polio). وفي العام المنصرم تم الإبلاغ عن إصابة 406 حالات فقط، بينما وقعت 160 حالة منها في مناطق قليلة من ثلاث دول، حيث ما زال شلل الأطفال متوطِّنًا فيها، وهي: أفغانستان، ونيجيريا، وباكستان. وفي شهر إبريل من عام 2013، تعهَّدت الجمعيات الخيرية والحكومات بتوفير 4 بلايين دولار أمريكي لتطوير خطة تمتد حتى ست سنوات، تم تطويرها من قِبَل منظمة الصحة العالمية (WHO) لاجتثاث شلل الأطفال. وفي مارس المنصرم، بعد أن تعاقبت ثلاث سنوات على الهند دون ظهور حالات جديدة، أقرَّت منظمة الصحة العالميّة بخُلُوّ منطقتها في جنوب شرق آسيا (التي لا تشمل أفغانستان وباكستان) من شلل الأطفال.

وعادت منظمة الصحة العالمية في شهر مايو المنصرم لتعلن مرض شلل الأطفال بمثابة حالة طوارئ للصحة العامة العالمية، بسبب الخطورة الكبيرة لانتشار شلل الأطفال عالميًّا من باكستان، والكاميرون، وسوريا بشكل خاص (انظر: go.nature.com/7z3efj). ويقع جانبٌ من اللوم على تعطيل برامج التطعيم في المناطق التي تتنازعها الحروب.

وقد اتخذت منظمة الصحة العالمية خطوة غير مسبوقة في مواجهة هذا الأمر.. فقد نادت بفَرْض التطعيم الإجباري ضد شلل الأطفال لكل مَنْ يسافر مِن باكستان وسوريا والكاميرون، وإلى هذه البلدان الثلاثة، وشجَّعت على تطعيم كل مَنْ يسافر مِن أفغانستان ونيجيريا وإليهما، ومن بلدان أخرى[1] كذلك. وقد بدأ تطبيق القيود على السفر في كافة دول العالم مِن باكستان وإليها في الأول من يونيو الماضي. وتُظْهِر[2] تحليلات عن السنوات القليلة السابقة أنّ نِسَب نقل الفيروس من الأشخاص البالغين الذين لا تظهر لديهم أعراض الإصابة بشلل الأطفال مرتفعة جدًّا، إلا أن المحاكاة بواسطة الحاسوب ـ التي وُصفت[3] في وقت سابق من شهر يوليو الماضي ـ تُظْهِر أنّ تطعيم البالغين لمكافحة انتشار الفيروس أقل فاعلية مما كان يُعتقَد في السابق.

ومن وجهة نظري الشخصية، أرى أنّ تطعيم المسافرين البالغين لن يكون نافعًا، وقد يجعل من الصعب اجتثاث شلل الأطفال من المناطق الفقيرة والمثقَلَة بالنزاعات من باكستان. وغالبًا هنا ربما نربح أو نخسر المعركة الأخيرة لاجتثاث شلل الأطفال من العالَم.

وقد زاد عدد حالات شلل الأطفال في باكستان، من 18 إصابة في الستة أشهر الأولى من عام 2013 إلى 88 حالة في النصف الأول من عام 2014 (مرجع 4). وتم اكتشاف 75% من هذه الحالات في مناطق تُعرف بالمناطق العشائرية المُدَارَة فيدراليًّا (FATA) شمالي غربي البلاد (انظر: «ارتداد خطير»). ويُعتبَر وصول فِرَق

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ارتداد خطير

حتى الآن في 2014، تتركز حالات الإصابة بشلل الأطفال في باكستان في الأجزاء الفقيرة من البلاد، والمثقلة بالنزاعات. بعد الهبوط الكبير في نسب الإصابة في عام 2012، عادت حالات الإصابة هذا العام لتقترب مجددًا من مستويات الإصابة في عام 2011.

شمالي وزيرستان: يمنع قادة طالبان دخول فِرَق التطعيم منذ منتصف عام 2012.

بانو: هي بلد معظم الأشخاص الذين وفدوا إلى شمالي وزيرستان منذ بداية ضربات الجيش في يونيو.

حيث يزداد الفقر، والمهاجرون، ورَفْض التطعيم.

المناطق الشمالية
خيبر
بيشاور
أبوت أباد
إسلام أباد
المناطق العشائرية
لاهور
البنجاب
كويته
باكستان
الهند
بالوشستان
السند
كراتشي

حالات شلل الأطفال في عام 2011
حالات شلل الأطفال في عام 2014
منطقة نزاع

SOURCE: WHO

التطعيم ضد شلل الأطفال إلى هذه المناطق محدودًا ومقيَّدًا للغاية، نظرًا إلى انعدام الأمان في أعقاب النزاعات والصراعات الدائرة في هذه المناطق.

هذا.. وقد ازداد الأمر سوءًا منذ منتصف يونيو الماضي، في أعقاب نشاط الجيش لمجابهة تمرُّدات طالبان، إذ تم إجلاء أكثر من 800,000 من سكان وزيرستان في المناطق العشائرية (FATA) إلى مناطق مجاورة في أفغانستان.. فبدلًا مِن أنْ تركِّز باكستان ومنظمة الصحة العالمية وخدمات التطعيم على تطعيم المسافرين دوليًّا، عليها أن توفِّر خدمات العناية الصحية للعائلات التي أُجْلِيَت من هذه المناطق شديدة الخطورة.

جرعات ثمينة

تدافعت الحكومات الفيدرالية والإقليمية في باكستان لإنشاء نقاط تطعيم في كافّة المعابر والمطارات، وفي أكثر من 130 مستشفى عموميًّا. كما سارعت حكومة البنجاب ـ وهي أغنى مقاطعات باكستان، وأكثرها ازدحامًا بالسكان ـ إلى فَرْض طلبات التطعيم في طرق الدخول الرئيسة للمقاطعة. كما فرضت الحكومة الفيدرالية إجبار التطعيم ضد شلل الأطفال في معظم نقاط الدخول والخروج الرئيسة في المناطق العشائرية (FATA)، خاصة شمالي وزيرستان، بالرغم من أن مسافات طويلة من الحدود مع أفغانستان غير محروسة، بسبب صعوبة طبيعتها الجغرافية.

وحسب تقديرات المصادر الرسمية، هناك حاجة إلى أكثر من 10 ملايين جرعة من لقاح شلل الأطفال، فقط للمسافرين جوًّا، الذين يرغبون في دخول باكستان ـ أو الخروج منها ـ كل عام، بما في ذلك ما يقارب 7 ملايين مواطن باكستاني يعملون في الخارج، غالبًا كعمالة وافدة داخل الشرق الأوسط. وقد وَفَّرَ المانحون حوالي 200,000 جرعة من لقاح شلل الأطفال بالحقن للجُمُوع التي أُجْلِيَت، دون أيّ تعهُّدات بالحصول على مزيد من الدعم المالي لشراء المزيد من جرعات اللقاح، أو لتدريب فرق التطعيم، أو استصدار شهادات للمسافرين من البالغين في المستشفيات العمومية.

وحتى الآن، الخدمة الوحيدة التي تُعطى مجانًا للمسافرين هي التطعيم عبر الفم من إمدادات برامج التطعيم المحلية ضد شلل الأطفال. وهناك حاجة إلى (نحو 300 مليون جرعة سنويًّا من اللقاح الفموي لشلل الأطفال؛ لتطعيم أطفال باكستان، يتم توفير معظمها عادةً من قِبَل منظمة اليونيسيف). وقد طلب جيش باكستان 60,000 جرعة من لقاح شلل الأطفال المعطّل الذي يُعطَى بالحقن كأولوية لجنوده. وفي المناطق التي يصل فيها متوسط الدخل الشهري إلى 100 دولار، على البالغين شراء اللقاح من أموالهم الخاصة، إذ تبلغ تكلفة الجرعة 4.3 دولار أمريكي، حيث تُعتبَر مكلفة جدًّا. ويقول الصحفيون إن الحصول على شهادة التطعيم مسألة صعبة وباهظة الثمن، تمامًا مثل طلب الحصول على تأشيرة. وقد يؤدي ذلك إلى ظهور صناعة لتزوير شهادات التطعيم.

وليست هناك سابقة تمكِّننا من التنبؤ بما إذا كانت هذه القيود المفروضة على السفر ستنجح. فقد سافرتُ من مطار كراتشي في السادس وفي الخامس عشر من يونيو الماضي، ورغم إنشاء واجهات التطعيم، لم أر طوابير المسافرين المنتظرين لتَلَقِّي لقاح شلل الأطفال، ولم يَطلُب مِنّي أحدٌ إظهار بطاقة التطعيم عند أيّ نقطة من نقاط التفتيش الكثيرة. وإضافة إلى ذلك.. غالبًا ما ينتقل شلل الأطفال من باكستان إلى أفغانستان عبر الحدود غير المنظمة.

في هذه الأثناء، تخلَّفت جهود باكستان في تطعيم الأطفال. قد يكون بالإمكان إلقاء بعض اللوم على سوء التخطيط في حلّ وزارة الصحة الباكستانية في عام 2011 وما أعقب ذلك من انتقال مسؤولية الخدمات الصحية إلى المقاطعات. وعلى الرغم من إعادة وزارة الصحة في العام الماضي، وعودة جهود عمليات مكافحة مرض شلل الأطفال إلى حيِّز العمل، إلا أنها ما زالت ضعيفة.

ويعني هذا أن باكستان تستحق الثناء على عملها لاجتثاث مرض شلل الأطفال أكثر مما حازت عليه في السابق، خاصة بسبب المشقة والصعوبات التي تفرضها المناطق العشائرية.. فقد قدمت أكثر من 130 حملة محلية واقليمية للتطعيم ضد شلل الأطفال منذ بدء حملاتها في عام 2000، إلا أن إهمال خدمات صحية أخرى في ضوء التركيز على شلل الأطفال أَجَّج الاعتقاد بأن التطعيم ضد شلل الأطفال ما هو إلا مبادرة خارجية تعمل لصالح جهات أجنبية. فقد أدت المشاعر المعادية للغربيين إلى وقوع هجمات ضد العاملين في جهود اجتثاث شلل الأطفال، وكذلك المتطوعين والشخصيات الأمنية؛ فقد قُتل أكثر من 80 شخصًا على هذه الخلفية منذ ديسمبر 2012. وتعرَّضَتْ في العام الحالي فِرَق مكافحة شلل الأطفال لهجوم بقنابل على جوانب الطرقات، وهجمات نفَّذَها مسلَّحون على درّاجات نارية. كما تم إطلاق النار على عامل باكستاني في مجال مكافحة شلل الأطفال، بعد أن خُطِف في مارس الماضي.

لقد باتت مقاومة حملات شلل الأطفال أكثر استحكامًا وعنفًا في باكستان من بلدان كثيرة أخرى، إذ لاحقت الشكوك فِرَق التطعيم المتنقلة أكثر من أيّ وقت آخر[5]، بعد أن تَبَيَّن ـ بشكل كارثي ـ أنّ وكالة الاستخبارات الأمريكية لَفَّقَت مشروعًا وهميًّا للتطعيم ضد فيروس الالتهاب الكبدي B في مدينة أبوت أباد الباكستانية في عام 2011، في محاولة لتَقَصِّي أثر أسامة بن لادن.

وعلى الرغم من تناول علماء مسلمين عالميين موضوع أهمية اجتثاث شلل الأطفال من كل الدول، إلا أن دعم القادة المحليين الدينيين والاجتماعيين ما زال ـ في أحسن حالاته ـ فاترًا. فخلال ثمانينات وتسعينات القرن الماضي، وافقت فئات متقاتلة في أمريكا اللاتينية وأفريقيا على «أيام تهدئة»؛ لتسمح بتنفيذ تطعيم شلل الأطفال للجماهير الغفيرة. وعلى النقيض في باكستان، منعت ثلة من قادة طالبان ووكالة خيبر في المناطق العشائرية شمالي وزيرستان دخولَ فِرَق التطعيم، كاحتجاج على الضربات الجوية التي تنفِّذها طائرات أمريكية بدون طيار منذ منتصف عام 2012.

تَحَرَّك الجيش الباكستاني في مايو من العام الحالي، لتوفير الأمن لفِرَق التطعيم في المناطق العشائرية FATA، ولكنه لم يوفِّر الدعم لعمال الصحة في المجالات الأساسية الأخرى. يسهم هذا الأمر ـ بالإضافة إلى قوانين السفر التي تم فرضها على عجل ـ في رواج الادعاءات القائلة إنّ اجتثاث شلل الأطفال ما هو إلا جزء من أجندة أجنبية.

التطعيم كجانب من مجموعة الخدمات الصحية

إن توفير تطعيم شلل الأطفال ـ كجزء من مجموعة خدمات صحية ـ يُعتبَر طريقة أفضل؛ لإشراك المجتمعات المحلية والقادة الدينيين، من خلال توفير التطعيم عبر برنامج ضيق مخصَّص لمكافحة شلل الأطفال فقط. فبهذه الطريقة، أحرزت كل من نيجيريا وباكستان تقدمًا ملحوظًا في الوصول إلى التجمعات السكانية الصعبة، وهبطت نسبة الحالات بحوالي 60% في كلا البلدين من عام 2012 حتى عام 2013[4]. فطالبان لا تمنع فعليًّا وصول الأطفال لتَلَقِّي تطعيمات ضد الحصبة، أو لتَلَقِّي الرعاية الصحية ضد الإسهال وسوء التغذية.

وحاليًا، تُعَدّ باكستان واحدة من الدول التي تصل فيها نسبة وفيات الأطفال إلى أعلى المستويات من بين دول جنوب آسيا[6]. ويواجه الأطفال تهديدات صحية أكبر من تهديد شلل الأطفال، إلا أن خدمات التطعيم للوقاية من كثير من الأمراض ـ مثل الخناق ◄

(الدفتيريا) والكزاز(التيتانوس)، والحصبة ـ ما زالت تتصف بالوَهَن، وعدم الفعالية، وبضعف الإدارة، وقلة الموارد.

قُدِّرَت نِسَب التَّطعيم الكامل للأطفال في باكستان بحوالي 54%، مع وجود اختلافات واسعة في هذه النسب عبر البلاد[7]، مقارنةً بأكثر من 95% في بنجلاديش المجاوِرة. وربما تكون هذه الأرقام أعلى من التقديرات الحقيقية في باكستان، فالإحصاء لم يشمل المناطق العشائرية وتجمُّعات سكانية ضعيفة في مدن ضخمة. وفي إحصائية منزلية تم إجراؤها هذا العام، وجدتُ وزملائي أن 25% من الأطفال تحت سن الخامسة في الأحياء الفقيرة في مدينة كراتشي لم يتلقوا التطعيم لأيٍّ مِن أمراض الطفولة؛ وذلك صحيح أيضًا بالنسبة إلى 64% من الأطفال في منطقة هادئة نسبيًّا في المناطق العشائرية.

لقد حان وقت العمل. وللمفارقة، أتاح الجيش في شمال وزيرستان فُرَص تزويد الخدمات الصحية للأطفال من المناطق العشائرية عبر العناية التي يوفرها للعائلات التي تم إجلاؤها. قد يسهم ذلك في بناء الدعم الاجتماعي داخل التجمعات السكانية، وإعادة تأسيس دور القانون في المناطق المثقلة بالنزاعات، فور عودة السكان الذين تم إجلاؤهم إلى بيوتهم. ومن الضروري الحرص على استمرار الدعم؛ لاجتثاث مرض شلل الأطفال، إذ يحتاج الأطفال إلى تَلَقِّي عدد من جرعات لقاح شلل الأطفال؛ لبناء القدرة المناعية.

آمُلُ أن تكرِّس الحكومة والوكالات المهتمة بهذا الشأن جهودها؛ لتوسيع نطاق التطعيم في هذه التجمعات السكانية التي تم إجلاؤها عن مكان سكناها، وكذلك التجمُّعات السكانية المهمَّشة، بدلًا من تحويل الموارد للمسافرين الدوليين. هذه فرصة حقيقية لاجتثاث مرض شلل الأطفال من على وجه الأرض. ■

ذوالفقار أحمد بوتّا مدير مركز التميُّز لصحة الطفل والمرأة في جامعة أغا خان في كراتشي، باكستان، ومدير مشارِك في مركز الأطفال المَرْضَى لصحة الطفل العالمي في تورونتو بكندا.
البريد الإلكتروني: zulfiqar.bhutta@aku.edu

1. Rutter, P. D. & Donaldson, L. J. *Lancet* **383,** 1695–1697 (2014).
2. Mayer, B. T. *et al. Am. J. Epidemiol.* **177,** 1236–1245 (2013).
3. Blake, I. M. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1323688111 (2014).
4. Independent Monitoring Board of the Global Polio Eradication Initiative *Ninth Report — May 2014* (Global Polio Eradication Initiative, 2014).
5. Bhutta, Z. A. *Br. Med. J.* **346,** f280 (2013).
6. Bhutta, Z. A. *et al. Lancet* **381,** 2207–2218 (2013).
7. National Institute of Population Studies and ICF International *Pakistan Demographic and Health Survey 2012–13* (NIPS & ICF International, 2013).



JEFF J. MITCHELL/GETTY

فاوجا سينج، هنا عمره 100 عام، وكان يستعد لسباق الماراثون في أدنبرة في بريطانيا في عام 2011.

معالجة الشيخوخة

أعداد الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن 80 عامًا سترتفع لثلاث مرات عالميًّا بحلول عام 2050. تأتي هذه التركيبات السكانية بتكلفة على الأفراد والنظم الاقتصادية بشكل كبير، ولذا.. فقد قامت مجموعتان بشرح كيفية توجيه البحث العلمي على الحيوانات والبشر؛ لإيجاد سبل لتأخير ظهور الوهن.

الدراسات الإكلينيكية
التحضير لإجراء التجارب على البشر

لويجي فونتانا، وبرايان كينيدي، وفالتر لونجو

إنّ مشاكل الشيخوخة تأتي مجتمعةً، فأكثر من 70% من الأشخاص الذين تخطوا الـ65 عامًا يعانون من اثنين أو أكثر من الحالات المزمنة، مثل التهاب المفاصل، والسكري، والسرطان، وأمراض القلب، والسكتة الدماغية[1]. وقد أشارت دراسات النظام الغذائي، والجينات، والعقاقير إلى أن تأخُّر أحد الأمراض المرتبطة بالعمر قد يدرأ الأمراض الأخرى. وعلى ما يبدو أن هناك ـ على الأقل ـ 12 مسارًا جزيئيًّا هي التي تحدِّد وتيرة الشيخوخة الفسيولوجية.

قام الباحثون بتعديل هذه المسارات؛ لإعطاء القوارض حياة أطول وصحية. فالحَدّ من كمية السعرات الحرارية في الفئران، أو استحداث طفرات في مسارات استشعار المغذيات يمكن أن يطيل أعمار الفئران[2] بنسبة تصل إلى 50%. وتكون احتمالية موت هذه الفئران (فئران Methuselah)، دون أي أمراض ظاهرية، مقارنةً بمجموعات المقارنة[3]. وقد كشف التشريح بعد الوفاة، أن الأورام، ومشاكل القلب، والتَّنَكُّس العصبي، والداء الأيضي

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

قد انخفضت أو تأخرت في هذه الفئران المعمَّرة عمومًا. وبعبارة أخرى.. يبدو أن إطالة العمر تزيد أيضًا من «طول الفترة الصحية»، وهي الفترة التي يعيشها الكائن، دون أن يعاني من الحالات المزمنة المرتبطة بالعمر.

أحدثت هذه الأفكار ـ بصعوبة ـ تأثيرًا في الطب البشري. فالطب الحيوي يتعامل مع كل حالة من الحالات على حدة، على سبيل المثال.. مرض الزهايمر، أو قصور القلب، حيث ينبغي بدلًا من ذلك، تعلُّم كيفية إبطاء التلف المتزايد للخلايا، والتغيرات التي تسفِر في النهاية عن عديد من الأمراض.

إنّ الأساليب الحالية لحياة صحية أطول ـ التي يمكن أن تتمثل في نظم غذائية أفضل، وممارسة التمارين الرياضية بانتظام ـ تكون فعالة، ولكنْ هناك مجال للأفضل دائمًا، لا سيما في تخصيص العلاجات. فينبغي اختبار الدروس المستفادة من المسارات الجزيئية على الحيوانات في البشر؛ لتحديد التدخلات المطلوبة لتأخير الشيخوخة، والحالات المرضية المرتبطة بها. ويجب على القائمين على الدراسات قبل الإكلينيكية والإكلينيكية العمل معًا لابتكار نقاط نهاية ذات مغزى للتجارب على البشر.

المسارات المؤثرة على طول العمر ـ التي تم التعرف عليها في نماذج الكائنات الحية ـ تبدو محفوظة في البشر، ويمكن التلاعب بها بطرق مشابهة[2,4]. والمسوح الوراثية من المعمرين تشمل الأنظمة الهرمونية والأيضية[5]. والحَدّ من كمية السعرات الحرارية لمدة طويلة في البشر يدفع بتغييرات أيضية وجزيئية جذرية تشبه تلك التي في الأشخاص الأصغر سنًّا، لا سيما في مسارات استشعار الالتهابات والمغذّيات[6]. فالفئران المُعدَّلة وراثيًّا بحيث ينخفض تأشير هذه المسارات فيها تعيش لفترة أطول؛ بينما تنخفض معدلات الإصابة بالسرطان وداء السكري في البشر الذين يحملون الطفرات نفسها[2,7].

هناك مسارات جزيئية عديدة تزيد من طول العمر في الحيوانات، وتتأثر بالعقاقير المُعتمَدة والتجريبية[8]. فالسرطان وعقاقير مَنْع رَفْض الجسم للأعضاء والأنسجة المزروعة، مثل الراباميسين، تطيل عمر الديدان والفئران بواسطة إسكات مسار mTOR، الذي ينظِّم عمليات معينة، بدءًا من تخليق البروتين، حتى تكاثُر الخلايا وبقائها. كما تشارك بروتينات «سيرتوين» في مجموعة مماثلة من العمليات الخلوية، تنشط من خلال تركيزات عالية من المركَّبات التي تتشكل بشكل طبيعي (مثل رسفراترول، الموجود في النبيذ الأحمر)، حيث تطيل عمر الفئران السمينة، نتيجة لخلل أيضي. إذًا، هناك وفرة من الجزيئات الطبيعية والاصطناعية التي تؤثر على المسارات المشتركة في الشيخوخة، ومرض السكري، ومتلازمة الأيض.

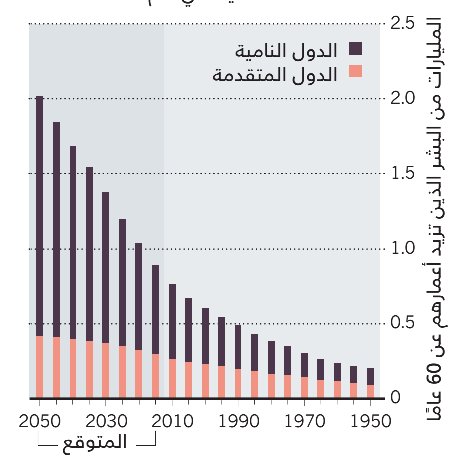
النظام الغذائي له آثار مماثلة.. فعَقَارَيّ راباميسين، والميتفورمين يحاكيان التغيرات التي لُوحظت في الحيوانات التي تتغذى على نظام يحدد السعرات الحرارية والبروتين. كما أن الصوم يؤدي إلى استجابات خلوية تعزِّز مقاومة الإجهاد، وتقلل من الخلل التأكسدي والالتهاب. وفي القوارض، يقي الصوم من السكري، والسرطان، وأمراض القلب، والتنكس العصبي[9]. كما أن هناك العديد من التدخلات المضادَّة للشيخوخة، التي يمكن أخذها بعين الاعتبار في التجارب الإكلينيكية.

فرص متجاهَلة

لم يتمكن العلماء من الاستفادة من هذه الخيوط لمكافحة أزمة الشيخوخة التي تلوح في الأفق. كما أن الأطباء الإكلينيكيين لا يدركون الكَمّ الذي تمّ فهمه

أعمار كبار السن

بحلول عام 2050، يُتوقع أن ترتفع أعداد الأشخاص الذين تزيد أعمارهم عن 60 عامًا إلى خمسة أضعاف ما كانت عليه في عام 1950.



عن الآليات الجزيئية للشيخوخة، وآثارها الواسعة على الأمراض. فالباحثون المِخْبَرِيُّون قليلو الخبرة حول الآثار الإكلينيكية للأعراض الجانبية أو الجرعات الزائدة. كما أن الباحثين من جميع القطاعات يركِّزون كثيرًا على تخفيف أو مقاومة تطوُّر الأمراض، في حين أنه يجب على أطباء الشيخوخة المعنيِّين بالحالة النفسية والاجتماعية العمل مع الناس الذين هم في منتصف العمر، أو حتى الأصغر سنًّا.

إنّ المشكلة معقدة بفجوة التمويل. فالميزانيات المخصَّصة لبحوث الشيخوخة صغيرةٌ، بالمقارنة بالبحوث التي تركز على المرض. فشعبة بيولوجيا الشيخوخة في المعهد الوطني الأمريكي للشيخوخة تتلقى أقل من 1% من ميزانية المعاهد الوطنية للصحة، رغم أنها تدعم بحوث الآليات الكامنة وراء معظم الإعاقات والأمراض المزمنة، حيث تركِّز غالبية المِنَح على أمراض تخصّ أجهزة محدَّدة في الجسم (مثل مرض الزهايمر). ومعظم أقسام الدراسة غير مُعَدَّة لتقييم البحوث متعددة التخصصات عن «طول الفترة الصحية». وهذا هو الوضع أيضًا في أوروبا واليابان.

كيف ينبغي لنا اختبار التدخلات التي تطيل «الفترة الصحية»؟ يمكن أن تساعد البيانات البشرية الخاصة بالقيود الغذائية ودراسات الارتباط الوراثي للشيخوخة المتمتعة بالصحة على توجيه أكثر المسارات الواعدة التي تم تحديدها في الدراسات قبل الإكلينيكية. كما ينبغي تصميم الدراسات على الحيوانات؛ لمحاكاةٍ أفضل لشيخوخة الإنسان (انظر: «تتبُّع الوظيفة الفسيولوجية في الحيوانات المُسِنَّة»). فعلى سبيل المثال.. غالبًا ما تُستخدم مؤشرات الوَهَن في الدراسات البشرية. ولذا.. يتحتم وضع مؤشرات قابلة للمقارنة بالنسبة إلى الفئران.

هناك حاجة إلى نُقْطَة نهاية مناسبة للتجارب البشرية.. فالتجارب على الحيوان تطرح العديد من المقاييس كمؤشرات حيوية محتملة، مثل تراكم الضرر الجزيئي للحمض النووي والبروتينات والدهون من الإجهاد التأكسدي. كما تستطيع التجارب الإكلينيكية المموَّلة من القطاع العام - مثل دراسة الفوائد المحتمَلة من الأسبرين؛ للوقاية من النوبات القلبية، والتدهور العام لدى كبار السن - أيضًا جمْع عيِّنات شديدة الأهمية من الدم والعضلات والدهون؛ من أجل التحليل الجزيئي.

ينبغي لجهات التمويل إنشاء لجان من العلماء القادرين على تحويل نتائج العلوم الأساسية إلى تطبيقات مفيدة؛ لتحديد أيّ مؤشرات الشيخوخة البيولوجية هي الأكثر اتساقًا بين الحيوانات والبشر، وإعطاء الأولوية لأكثرها عمليةً؛ لمزيد من التقييم. ويمكن تقييم المؤشرات الحيوية المختارة في دراسات إكلينيكية على فئة عمرية واسعة من المرضى الذين يعالَجون بالفعل بالعقاقير التي تُستخدَم لإطالة العمر في النماذج الحيوانية. كما يجب أيضًا وضع تقييمات للتدخلات الغذائية أو غيرها، التي لا تحتوي على العقاقير.

إنّ أهم ما يجب تغييره هو أسلوب التفكير. فالحوافز المادية في كلٍّ من البحوث الطبية الحيوية والرعاية الصحية مخصصة لعلاج الأمراض أكثر من تعزيز الصحة. ويُعتبَر إطلاق عدد قليل من شركات التكنولوجيا الحيوية للحَدّ من الشيخوخة ـ مثل «كاليكو»، التي أُنشئت في العام الماضي من قِبَل «جوجل» ـ أمرًا واعدًا، ولكن يجب استثمار الأموال العامة في إطالة العمر بصحة جيدة عن طريق إبطاء الشيخوخة، وإلّا فإننا سوف ننشئ أزمة ديموجرافية بزيادة العجز، وتصاعُد تكاليف الرعاية الصحية.

لويجي فونتانا أستاذ الطب والتغذية في جامعة واشنطن في سانت لويس، ميسوري، الولايات المتحدة الأمريكية، وجامعة بريشيا، إيطاليا. **برايان كيه. كينيدي** مدير معهد بَكْ لبحوث الشيخوخة في نوفاتو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
فالتر دي. لونجو مدير معهد طول العمر في جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجيليس، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: fontana.luigi@gmail.com

الدراسات قبل الإكلينيكية
تَتَبُّع الوظيفة الفسيولوجية في الحيوانات المُسِنَّة

دوجلاس سِلس، وسايمون ميلوف

عرفنا الكثير عن كيف يهرم البشر. فعلى مدى العقود الماضية، وَضَعَ أطباء الشيخوخة المَعْنِيُّون بالحالة النفسية والاجتماعية وأطباء الشيخوخة المعنيون بالعلاج مجموعةً من الاختبارات؛ لتقييم الانخفاض في الوظيفة الفسيولوجية مع تقدُّم العمر. فعلى سبيل المثال.. فإن قدرة الإنسولين على إزالة الجلوكوز من الدم تقيس خطر الإصابة بمرض السكري؛ والشرايين الأكثر صلابة، دلالة على التعرض لارتفاع ضغط الدم، والقصور الإدراكي. وانخفاض كثافة العظام يزيد من خطر الإصابة بالكسور.

قارنت الدراسات الدقيقة مجموعات من البالغين الصغار، والأكبر سِنًّا، أو تتبَّعت الأفراد أنفسهم مع مرور الوقت؛ لتحديد العديد من الإشارات الدالة على الشيخوخة. في الواقع، يمكن توقُّع متوسط العمر واحتمال العجز عند الأشخاص الذين تجاوزوا الـ65 عامًا من ضعف قوة القبضة، ومتوسط سرعة المشي، أو القدرة على الجلوس والقيام من على الأرض[10,11].

تمدُّنا هذه التقييمات بطرق لقياس ما إذا كانت التدخُّلات التي تنطوي على العقاقير أو نمط الحياة تحمي صحة كبار السن، أم لا. وتنظر السلطات التنظيمية ◄

في الولايات المتحدة والاتحاد الأوروبي في استخدام مزيج من هذه الأنواع من اختبارات الأداء البدني؛ لتقييم الفعالية في التجارب الإكلينيكية لعقاقير علاج الاضطرابات المرتبطة بالعمر، مثل حالة هزال العضلات، المعروفة باسم «ساركوبنيا» sarcopenia.

في الوقت نفسه، دَرَس الباحثون الأساسيُّون الآليّات الجزيئية للشيخوخة في عديد من النماذج الحيوانية؛ ووجدوا أن المعالجة الوراثية والدوائية يمكنها أن تزيد من عمر الديدان والذباب والقوارض[12-14]. وهناك بعض الأدلة على أن هذه المعالجات قد تزيد مدى العمر الصحي أيضًا. فالمُعَمِّرون والجماعات التي تمارس أنماط حياة صحية صارمة (مثل طوائف اليوم السابع في الديانة المسيحية «السَّبْتِيِّين»، التي غالبًا ما يتبع كثيرٌ من منتسبيها نظامًا غذائيًّا نباتيًّا) كثيرًا ما يتمتعون بصحة جيدة، حتى قرب نهاية حياتهم؛ مما يشير إلى أن معدَّل الشيخوخة ـ على ما يبدو ـ متغيِّر، وليس ثابتًا.

لتحديد أفضل السبل للحفاظ على الوظيفة الفسيولوجية مع تقدُّم العمر في البشر، يجب على الباحثين إيجاد أرضية مشتركة بين الدراسات على الحيوانات والتقييمات الإكلينيكية. فعدة وظائف فسيولوجية من المعروف انخفاضها مع التقدُّم في العمر لدى البشر يمكن أن يتم تقييمها في القوارض (انظر: «الحلقات المفقودة»)، لكن العديد من الاختبارات الفسيولوجية التي تم وضعها في البشر إمّا لم تكن موجودة، أو لم يتم اختبارها بشكل روتيني على الحيوانات المُسِنَّة. وقد حان الوقت لتوسيع التقييمات الوظيفة الفسيولوجية في نموذج الكائنات الحية، وخاصةً القوارض.

في عام 2004، أطلق المعهد الوطني الأمريكي للشيخوخة برنامجًا لاختبار استراتيجيات إطالة العمر في الثدييات. وقد تم تمويل جهات متعددة لتقييم المؤشرات نفسها في عديد من سلالات الفئران في ظل ظروف قياسية[15]، ولكن للأسف، يتم أخذ معظم القياسات فقط بعد موت الحيوانات.

تتبع دراسات قليلة فقط التدهور مع تقدُّم العمر في الحيوانات الحية، وآثار ذلك من ترقُّق في العظام، وقلة كفاءة ضخ القلب للدم، أو ضعف المهام الإدراكية. فقد نُشرت أوّل ورقة شاملة عن تقييم الوظيفة الفسيولوجية للجهاز القلبي الوعائي في الفئران المُسِنَّة بالكاد قبل خمس سنوات[16]. وبالمثل، فإن اجتماعات البيولوجيا الأساسية للشيخوخة تركِّز على الآليّات الجزيئية، وتُولي اهتمامًا ضئيلًا للوظيفة الفسيولوجية.

وقد طورت الحيوانات فرطًا فسيولوجيًّا، وبالتالي فإن التلاعب بالجينات أو مسارات التأشير لا يغيِّر بالضرورة الوظيفة الفسيولوجية لعضو، أو للكائن الحي. فالعقاقير التي تبطئ الشيخوخة ينبغي لها أن تبطئ الانخفاض في العديد من أجهزة الجسم، لكن عددًا قليلًا من المختبرات يمكنه قياس هذا في الحيوانات. وأحد هذه المختبرات هو مختبر تقييم طول الفترة الصحية «مايو كلينيك» في روتشستر بولاية مينيسوتا، حيث يقيس المختبَر قوة العضلات، وضعف الإدراك، ويمكنه قياس البِنْيَة الجسدية، ومعدل الأيض، والحساسية للإنسولين، والتنسيق الحركي، وكثافة العظام، والقدرة على ممارسة الرياضة. وقد أنشأ معهد بَكْ لبحوث الشيخوخة في نوفاتو، كاليفورنيا، (حيث يعمل سايمون ميلوف) موارد مماثلة، ولكن لا تزال هناك حاجة إلى المزيد من هذه المنشآت.

تهيئة المعدّات

إنّ الباحثين بحاجة إلى طرق جديدة لتوصيف الوظيفة الفسيولوجية، وخاصةً لتعقب الحيوانات نفسها مع تقدُّمها في العمر، وقبل التدخلات وبعدها. وهُم بحاجة أيضًا إلى أدوات للتصوير، وتقنيات أقل انتهاكًا، والطرق التي أنشئت بالفعل ينبغي أن تُدْرَج في المزيد من التجارب. وينبغي إعطاء أولوية قصوى لتقييم الوظائف الحركية والمعرفية[17] التي سيتم تحديدها ـ على الأغلب ـ من قِبَل الجهات التنظيمية والصناعية للعقاقير. وكما هو الحال في الدراسات البشرية، ينبغي تحديد الوظيفة الفسيولوجية في عدة أعضاء وأنسجة، كما يجب أيضًا الأخذ في الاعتبار التباين بين الحيوانات، الذي يزداد مع الشيخوخة.

حتى الدراسات التي تقيِّم الوظيفة الفسيولوجية في الحيوانات، تجرى في ظروف لها علاقة ضعيفة بشيخوخة البشر. فالتجارب على قدرة دواءٍ ما على تحسين وظيفة القلب عادةً ما تُستخدم فيها فئران صغيرة، تم الإضرار بقلوبها عمدًا، بدلًا من الفئران المُسِنَّة ذات القلوب المُسِنَّة طبيعيًّا. ولدراسة آثار السِّمْنة على أمراض الشيخوخة، تتم تغذية الفئران بنظام غذائي يتكون من 70% من الدهون، يحتوي على نِسَب عالية من الدهون غير المشبَّعة والمشبَّعة. وهناك تشابه ضعيف بين مثل هذا النظام الغذائي، والحِمْيَة الطبيعية للبشر. ويتم حث آثار الالتهاب بواسطة جزيئات، مثل عديد السكرايد الدهني، بتركيزات لا يمكن مشاهدتها في الحالة الفسيولوجية الطبيعية، وأيضًا يتم حَثّ التلف الناتج عن الإجهاد التأكسدي ـ الذي يتراكم على مرّ السنين في البشر ـ بسرعة باستخدام المواد الكيميائية السامة، مثل مادة الباراكوات.

إنّ الدراسات التي تقوم على تحويل نتائج العلوم الأساسية إلى تطبيقات مفيدة يجب أن تكون مختلفة.. فينبغي لها قياس مقاييس معينة، مثل ضغط الدم، ومعدَّل الأيض، والنِّتاج القَلْبِيّ، وترشيح الكلى في حالة الراحة الطبيعية للحيوانات، وفي استجابتها للتحديات الفسيولوجية الشائعة، مثل الركض على درّاجة التمرين، أو إكمال المتاهة.

في العقد الماضي، أصدرت المعاهد الوطنية الأمريكية للصحة (NIH) مجموعة مقاييس للبحوث الإكلينيكية (انظر: go.nature.com/invecq). ويمكن استخدام هذه المقاييس - بما في ذلك اختبارات التوازن، والذاكرة، وقوة الإدراك- عبر أنواع كثيرة من الدراسات صُمِّمت لتجعل من السهل الجَمْع بين نتائج التجارب المختلفة.

وقد جُمعت الدراسات الطولية في البشر، مثل ديناميكيات الصحة والشيخوخة، ودراسة تكوين الجسم (Health ABC) المدعومة من المعاهد الوطنية للصحة، وفحْص الجسم بالأشعة، والسجلات الصحية، وبيانات الأداء البدني (مثل سرعة المشي)؛ لوضع التدابير ذات الصلة الإكلينيكية بكثافة العظام، وضغط الدم، ووظيفة الحركة. وينبغي أن تُستخدم هذه الأنواع من التقييمات، وملاءمتها مع القوارض؛ لتحديد أيٍّ من مئات المركبات الدوائية والتدخلات الغذائية التي تم إثبات قدرتها على إبطاء آثار الشيخوخة في نموذج الكائنات الحية، والتي يجب تطويرها؛ لتجربتها في البشر.

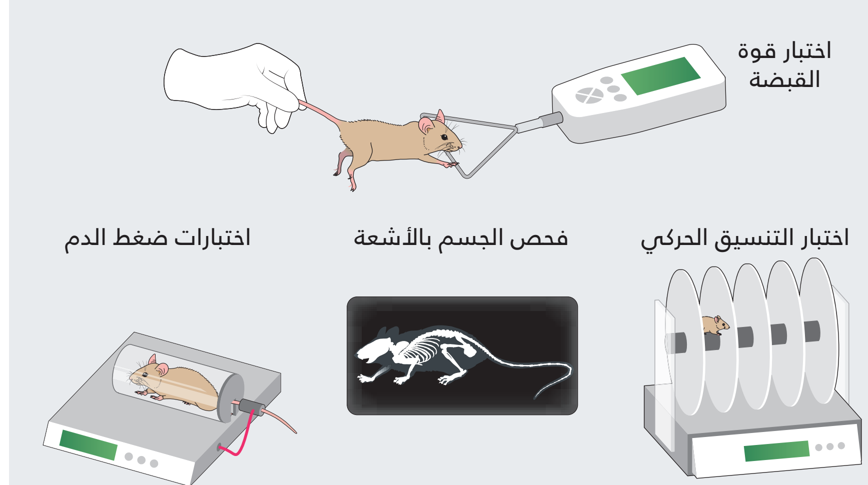
يجب أن يتعاون الباحثون الذين يدرسون الشيخوخة في نماذج الكائنات الحية والبشر بشكل أكبر. ففي المعاهد الوطنية للصحة ـ على سبيل المثال ـ تُدار البحوث الأساسية الإكلينيكية التي تتعلق ببيولوجيا الشيخوخة في برامج منفصلة. ولتحويل أبحاث الحيوانات لعلاجات بشرية، ينبغي على مجتمع أبحاث الشيخوخة أن يعيد التفكير في كيف يتواصل ويتفاعل جميع المعنيِّين، وكيف يتدربون، ويُمَوَّلُون.

هذه الحاجة إلى مثل هذا الحديث المتبادَل في بحوث الشيخوخة تمّ ذكرها مرارًا، وكان لها تأثير ضئيل، فلربما استطاع تطوير التقييمات الوظيفية الموحدة ـ التي ستنتقل من نموذج الكائنات الحية إلى التجمعات البشرية ـ أن يحقق هذا يومًا ما. ■

دوجلاس سيلس أستاذ في قسم الفسيولوجيا التكاملية في جامعة كولورادو بولدر في بولدر، كولورادو، الولايات المتحدة الأمريكية. **سايمون ميلوف** مدير الجينوميات في معهد بَكْ لبحوث الشيخوخة في نوفاتو، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: seals@colorado.edu

الحلقات المفقودة

عدة مقاييس لقياس التغيرات في وظائف الجسم لدى البشر مع التقدم في السن يمكن ملاءمتها مع القوارض. والاختبارات الأخرى غير الظاهرة هنا تشمل تقييم وظيفة القلب (تخطيط القلب بالموجات الصوتية)، والإدراك (الاختبارات السلوكية)، والقدرة على ممارسة التمارين الرياضية، ومعدل الأيض.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

1. Hung, W. W., Ross, J. S., Boockvar, K. S. & Siu, A. L. *BMC Geriatr.* **11,** 47 (2011).
2. Fontana, L., Partridge, L. & Longo, V. D. *Science* **328,** 321–326 (2010).
3. Ikeno, Y. *et al. Pathobiol. Aging Age Relat. Dis.* **3,** 20833 (2013).
4. López-Otín, C., Blasco, M. A., Partridge, L., Serrano, M. & Kroemer, G. *Cell* **153,** 1194–1217 (2013).
5. Barzilai, N. *et al. J. Clin. Endocrinol. Metab.* **95,** 4493–4500 (2010).
6. Mercken, E. M. *et al. Aging Cell* **12,** 645–651 (2013).
7. Guevara-Aguirre, J. *et al. Sci. Transl. Med.* **3,** 70ra13 (2011).
8. Kennedy, B. K. & Pennypacker, J. K. *Transl. Res.* **163,** 456–465 (2013).
9. Longo, V. D. & Mattson, M. P. *Cell Metab.* **19,** 181–192 (2014).
10. de Brito, L. B. *et al. Eur. J. Prev. Cardiol.* **21,** 892–898 (2012).
11. Studenski, S. *et al. J. Am. Med. Assoc.* **305,** 50–58 (2011).
12. Johnson, T. E. *Exper. Gerontol.* **48,** 640–643 (2013).
13. Kenyon, C. J. *Nature* **464,** 504–512 (2010).
14. Harrison, D. E. *et al. Nature* **460,** 392–395 (2009).
15. Nadon N. L. *et al. Age (Dordr.)* **30,** 187–199 (2008).
16. Dai, D.-F. *et al. Circulation* **119,** 2789–2797 (2009).
17. Justice, J. N. *et al. Age (Dordr.)* **36,** 583–595 (2014).



DIETER TELEMANS/PANOS

نساء ماساي من كينيا يأخذن دورة حول الطاقة الشمسية في الهند.

دراسات الطاقة تتطلب علم الاجتماع

هناك حاجة إلى مجموعة أوسع من الخبرات؛ لفهم كيفية تأثير السلوك البشري على طلب الطاقة واستيعاب التقنيات، حسبما يقول **بنيامين كيه. سوفاكول**.

لتأمين مستقبل من الطاقة الآمنة والفعالة وذات محتوى منخفض من الكربون، يجب علينا تغيير كلٍّ من التقنيات، والسلوك البشري[1]، فقد لاحظَتْ[2] وزارة الطاقة الأمريكية أن العرض والطلب على الطاقة «يتأثران ـ إلى حدٍّ كبير ـ بالاختيار الفردي، والتفضيل، والسلوك، مثلما يتأثران بالأداء التقني».

ورغم ذلك.. فلا يزال العديد من الباحثين وصانعي السياسات يواصلون التركيز على جانب واحد فقط من معضلة الطاقة. ففي الولايات المتحدة، يتم إنفاق 35 دولارًا على إمدادات الطاقة والبنية التحتية[3] مقابل كل دولار يُنفَق على أبحاث الطاقة الخاصة بجوانب السلوك والطلب. وهذا يعني أن علم الاجتماع والعلوم الإنسانية والفنون مُهَمَّشَة في أبحاث الطاقة، ولا تقوم الوكالات الإحصائية الكبرى عادةً بجمع البيانات النوعية حول استهلاك الطاقة. وهناك مشكلات مماثلة تظهر في أوروبا[4].

يبيِّن تحليلي الشخصي لمطبوعات مراجعة النظراء لبحوث الطاقة كيف أعاق التحيُّز هذا المجال[5]. فقد تجاهل المهندسون والاقتصاديون البَشَرَ، وأساءوا اختيار صانعي القرار والمبادرة. ففي كثير من الأحيان تستحوذ الحلول التقنية على الباحثين الأكاديميين، بدلًا من طرق تغيير أنماط الحياة والعادات الاجتماعية[6]. فلا تزال البحوث متعددة التخصصات في وضْع حَرِج، بسبب الحواجز المؤسسية في الأوساط الأكاديمية والحكومية[7]. فهيئات الطاقة الوطنية والمحلية تحوي عَددًا قليلًا من علماء الاجتماع بين موظفيها[8]. كما أن معظم الدوريات الرائدة في هذا المجال تركِّز على تخصُّص واحد.

يحتاج مجال الطاقة الآن إلى التعلُّم من الصحة والزراعة والأعمال التجارية، والجمع بين علماء الاجتماع والفيزياء. وينبغي على الجامعات تطوير دورات تركِّز على حل مشكلات الطاقة، كما يجب على الجهات المانحة تحديد الأولويات، وضخّ المزيد من الأموال إلى الأبحاث السلوكية، كما يجب على دوريات الطاقة توسيع نظرتها. وهناك بالفعل أمثلة واعدة لقدرة أبحاث الطاقة الشاملة ومتعددة التخصصات على دعم كفاءة الطاقة، وبالتالي مواجهة التحديات البيئية العالمية، مثل تغيُّر المناخ[9].

لقد قُمتُ بدراسة تأليف وهدف ما يقرب من 4,444 مقالًا كاملًا خلال 15 عامًا (1999-2013) في ثلاث دوريات رائدة لتقنية وسياسات الطاقة: «إنيرجي بوليسي»، و«ذي إنيرجي جورنال» اللتين لهما عوامل مؤثرة كبيرة، وأدرجت «ذي إليكترِسِتي جورنال» كدورية تنظيمية. وقد وجدتُ أربعة اتجاهات مثيرة للقلق: التقليل من قيمة تأثير الأبعاد الاجتماعية على استخدام الطاقة؛ ووجود تحيُّز نحو العلوم والهندسة والاقتصاد أكثر من غيرها من العلوم الاجتماعية والعلوم الإنسانية؛ والافتقار إلى التعاون بين التخصصات المتعددة؛ والتمثيل الناقص للمؤلفين الإناث أو للأقلِّيَّات.

على سبيل المثال.. نادرًا ما تتم تغطية موضوعات اعتماد التقنية، ومدى تعقيد عملية صنع القرار، والأبعاد البشرية لاستخدام الطاقة والتغيُّر البيئي (انظر: «الموضوعات المهملة»). فقد ركَّزت غالبية المقالات (85%) على النظم المتقدمة لإنتاج الطاقة، مثل المفاعلات النووية، ومصادر الكهرباء المتجدِّدة والوقود الحيوي، أو العناصر الفنية لتوليد الكهرباء ونقلها وتوزيعها – الأجهزة - بدلًا من الإنسان «المُشَغِّل» الذي يكون وراء هذه الأجهزة. فقد تمت دراسة أجهزة بسيطة، مثل مواقد الطبخ، والدراجات، والمصابيح الكهربائية، والطاقة الموزَّعة (توليد الكهرباء من مصادر الطاقة الصغيرة) في أقل من 3.5% من المقالات، وكان التحقيق في السلوك والطلب على الطاقة في أقل من 2.2% من الأوراق البحثية. وإذا تمّ نشر هذا العمل، فسيكون ذلك في دوريات علم الاجتماع البيئي، وعلم النفس، والعلوم السياسية التي يقرأها قليلٌ من الباحثين في مجال الطاقة.

الاستبعاد الاجتماعي

إنّ تأليف العلوم الاجتماعية منخفض نسبيًّا أيضًا، وكذلك الاستشهادات (انظر: «اتجاهات النشر»). فالعلوم، والهندسة، والاقتصاد، والإحصاء تمثل أكثر من نصف الانتماءات المؤسسية (67%)، حسبما ذكر المؤلفون؛ والعلوم الاجتماعية غير الاقتصادية تشكل أقل من 20%، بينما يشكِّل كلٌّ من علم الاجتماع، والجغرافيا، والتاريخ، وعلم النفس، ودراسات الاتصال، والفلسفة أقل من 0.3% من انتماءات المؤلفين، كلّ على حدَه.

الإشارات إلى دوريّات العلوم الاجتماعية والعلوم الإنسانية ـ مع وجهات نظرها عن كيفية تصرف المستهلكين والسياسيين ـ كانت أقل من 4.3% من الاستشهادات البالغ عددها 90,097، التي احتوتها العينة. ويبدو أن قليلًا من الأبحاث فقط قد تمّ في «الواقع». فمعظم الدراسات هي نتيجة عمل تم على مقعد، أو في المكتب، باستخدام نماذج حاسوبية وتجارب، بدلًا من البحث الميداني، والمقابلات، والدراسات المَسْحِيّة.

هناك اتجاه آخر.. وهو أن العلماء والمهندسين الذين يكتبون في هذه الدوريات نادرًا ما يتعاونون خارج مجال ◄

تخصصهم. فما يقرب من نصف المؤلفين الناشرين في العينة قاموا بالتأليف منفردين، وربع الناشرين فقط قاموا بالاشتراك مع زملائهم من التخصص نفسه في التأليف، وأقل من 23% من المقالات كان بها تعاوُن متعدِّد التخصص بين المؤلفين.

إضافة إلى ذلك.. فإن الغالبية العظمى من المؤلفين جاءوا من مؤسسات غربية غنية، وبلدان يتوافر فيها المال للبحوث. فهم يركِّزون على المشكلات التي تواجه العالم الصناعي. فمن بين 9,549 من المؤلفين الذين أَدْرَجُوا أسماء بلدانهم، جاء 87% منهم من أمريكا الشمالية، أو أوروبا الغربية. أما المؤلفون القادمون من أفريقيا، وآسيا، وأمريكا اللاتينية، والشرق الأوسط، فهُم قِلَّة. كما أن المؤلفين معظمهم من الذكور، حيث تم تحديد نسبة 15.7% فقط من الإناث. وبالرغم من أن قواعد التأليف والتعاون تختلف عادةً، إلّا أن هذه الاتجاهات استمرت في كل سنة من سنوات الدراسة: تأليف الإناث لا يزال دون مستوى 17.4%، ونسبة التأليف خارج الدول الغربية أقل من 16%، وذلك على سبيل المثال.

اتجاهات النشر

دراسات علم الاجتماع كانت نادرة ضمن ما نُشر في ثلاثٍ من دوريات الطاقة الرائدة من عام 1999 إلى عام 2013. والتركيز على التقنيات، بدلًا من السلوك البشري في أبحاث الطاقة؛ ينعكس على الخلفيات التخصُّصية للمؤلفين، والعمل المشار إليه، والأساليب المستخدَمة.

تخصُّص المؤلف

العلوم، والهندسة، والطاقة %46.7
الاقتصاد والإحصاء %20.3
العلوم الاجتماعية %19.6
العمارة والمباني %3.1
علوم الحياة %2.0
أخرى %8.3

المصادر المستشهَد بها

الأدب غير المصنَّف والرمادي %60.8
الفنون والعلوم الإنسانية %0.1
العلوم %10.1
الاقتصاد %9.9
كتب %7.6
الأعمال الشخصية %7.3
العلوم الاجتماعية %4.2

أساليب المقالات

الكمية %58
النوعية %13
غير قابلة للتطبيق %29

SOURCE: REF. 5

خمسة اقتراحات

يوجد لديَّ خمسة اقتراحات لجَلْب علماء الاجتماع والباحثين المهمشين الآخرين.

أولًا، ينبغي على المنظمات العامة والخاصة إصلاح طريقة هيكلة وصرف التمويل لأبحاث الطاقة والتنمية. إذ يجب إعطاء شريحة تمويل أكبر لعلماء الاجتماع، وتحسين الحوافز للعمل متعدِّد التخصصات، وتحديد أولويّات الموضوعات الاجتماعية في دعواتهم إلى التمويل، مثل استيعاب مستخدمي الطاقة، واحتياجات السكان التي تتأثر بإنتاج الطاقة، والعادات السائدة، والتقاليد، والسلوكيات.

ثانيًا، الحَدّ من التَّحَيُّز التخصصي، فينبغي على وزارات الطاقة، والوكالات الإحصائية، والمرافق العامة، واللجان أن تركِّز أكثر على سلوكيات الطاقة والطلَب، وليس العرض فقط. فولاية ديلاوير ومقاطعة كولومبيا ـ على سبيل المثال ـ لديهما مرافق للطاقة المستدامة، تنصح السكان بشأن التغيرات السلوكية التي يمكنهم القيام بها؛ لتوفير الطاقة والمال. كما أن مؤسسة فعالية الطاقة على مستوى الولاية «إفيشِنْسِي فيرمونت» توفر التمويل والتوجيه السلوكي للمنازل والمزارع والمصانع.

ثالثًا، يجب على المسؤولين توجيه أبحاث الطاقة؛ لتصبح أكثر تَوَجُّهًا نحو المشكلة، ولتشمل المسائل الاجتماعية كأمر طبيعي. كما يجب على الجامعات تطوير برامج موضوعية عن الطاقة، مثلما فعلت في مجال البحوث الزراعية، والطب، والأعمال التجارية. ويمكن أن تشمل المناهجَ الاستهلاكَ الأنسب والمستدام، وإدارة المخاطر، واتخاذ القرارات العامة، وتصميم تقنيات للقبول العام والاستخدام. ومن الأمثلة الجيدة على ذلك.. جامعة أدنبرة، المملكة المتحدة، التي تمنح درجة الماجستير في تخصصات متعددة في حسابات المناخ؛ وجامعة آرهوس في الدنمارك، التي تمنح درجة علمية لتنمية الأعمال، تجمع بين الهندسة، ودراسات الابتكار، ودراسات الطاقة، والأعمال التجارية والتسويق؛ وجامعة كارنيجي ميلون في بيتسبرج، بنسلفانيا، التي لديها قسم للهندسة والسياسات العامة. أما خارج المجال الأكاديمي، فإن وكالة مشروعات أبحاث الدفاع المتقدِّم الأمريكية استخدمت بنجاح ـ منذ إنشائها في عام 1958 ـ نَهْج (التركيز على التحديات) فيما يخص مشكلات الأمن القومي.

رابعًا، يجب على الباحثين بذل المزيد من الجهد؛ لاستيعاب الخبرات والبيانات من الأشخاص العاديين، والفئات السكانية، وقادة المجتمع، والمشاركين غير التقليديين الآخرين. وعلى الرغم من أن هذا قد يتطلب تدريبًا خاصًّا؛ لِيَتِمَّ على نحو فعّال، إلا أن مثل هذه التفاعلات تشجِّع ردود فعل أكبر، وتدمج وجهات نظر متنوعة.

خامسًا، يمكن لمحرِّري الدوريات إعطاء الأولوية للبحوث متعددة التخصصات، والبحوث الشاملة، والمقارِنة، ومختلطة الأساليب. ففي دورية جديدة، نَشَرَتها «إلسيفير» بعنوان «إنِيرْجِي رِيسِرش آنْد سُوشْيَال سايِنْس» ـ حيث أعمل في منصب رئيس التحرير ـ تدعو صراحةً في أهدافها وتَوَجُّهها إلى وجود أوراق بحثية تمزج المفاهيم التخصصية، وتتجاوز الدراسات التي تتم على جانب واحد فقط، وتستخدم مجموعة متنوعة من الأساليب. كما تسعى دورية «وايْلِي إنْتَرْدِيسِيبْلِنِري رِيفْيُوز: إنيرجي آند إنْفايْرُونْمِنْت» لإيجاد تقييمات متعددة التخصصات لنظم الطاقة.

من الضروري زيادة التوجه الاجتماعي لدراسات الطاقة، كما يجب أن تصبح متعدِّدة التخصصات ومتنوعة. فأنشطة البحوث التي تركز على المشكلة، وتتمحور حول العمليات المادية والاجتماعية على حد سواء ـ حيث تشمل مختلف الأطراف الفاعلة، وتمزج الأساليب النوعية والكمية ـ لديها فرصة أفضل لتحقيق التميُّز التحليلي، والتأثير الاجتماعي. ■

بنيامين كيه. سوفاكول أستاذ في إدارة الأعمال والعلوم الاجتماعية، ومدير مركز تكنولوجيا الطاقة في جامعة آرهوس في الدنمارك. وهو أيضًا أستاذ مساعد في القانون في كلية القانون في جنوب ولاية فيرمونت رويالتون، فيرمونت، الولايات المتحدة الأمريكية، ورئيس تحرير دورية «إنِيرْجِي رِيسِرش آنْد سُوشْيَال سايِنْس».

البريد الإلكتروني: sovacool@vt.edu

الموضوعات المهمَلة

هناك اثنا عشر موضوعًا، نادرًا ما تؤخذ في الاعتبار في دراسات الطاقة.

الموضوع	مثال
الجنس والهوية	التلوث الناجم عن مواقد الطهو يشكل خطرًا أكبر على النساء، أكثر من الرجال
الفلسفة والأخلاق	تحمُّل الأجيال المستقبلية عبء التلوث
التواصل والإقناع	معلومات الطاقة تغيِّر سلوك الشركات أو الأفراد
الجغرافيا والمقياس	عدم تطابق حجم أنظمة الطاقة وأنماط الطلب
علم النفس الاجتماعي والسلوك	تشكيل خيارات الطاقة من خلال الثقة، والتحكُّم، والإنكار
الأنثروبولوجيا والثقافة	الاختلافات الزمنية والإقليمية في مفاهيم خدمات الطاقة
البحث والابتكار	كيف يقوم الأشخاص والأسواق والمؤسسات بتحفيز الابتكار
السياسة والاقتصاد السياسي	الموارد التي تسهم في النزاع، أو عرقلة النمو
المؤسسات وإدارة الطاقة	تطوُّر القواعد والمعايير؛ لمعالجة المشكلات الجماعية للطاقة
الطاقة والتنمية	أَسْهَمَ استخدامُ الطاقة في النمو الاقتصادي، وفي تراجُع الفقر
العوامل الخارجية والتلوث	التكاليف التي يتحملها المجتمع نتيجة تَرَاجُع رأس المال البيئي والإيكولوجي
علم الاجتماع التقني	المحركات الاقتصادية والسياسية والاجتماعية لاستهلاك الطاقة

SOURCE: ADAPTED FROM REF. 5

1. Dietz, T., Gardner, G.T., Gilligan, J., Stern, P. C. & Vandenbergh, M. P. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* **106,** 18452–18456 (2009).
2. US Department of Energy *Report on the First Quadrennial Technology Review* 125 (US Department of Energy, 2011).
3. Gaffigan, M. E. *Advanced Energy Technologies: Budget Trends and Challenges for DOE's Energy R&D Program* (US Government Accountability Office, 2008).
4. Goldblatt, D. L. *et al.* (eds) *Tackling Long-Term Global Energy Problems: The Contribution of Social Science* (Springer, 2012).
5. Sovacool, B. K. *Energy Res. Soc. Sci.* **1,** 1–29 (2014).
6. D'Agostino, A. L. *et al. Energy* **36,** 508–519 (2011).
7. Lutzenhiser, L. & Shove, E. *Energy Policy* **27,** 217–227 (1999).
8. Stern, P. C. *Science* **260,** 1897–1899 (1993).
9. Alcott, H. & Mullainathan, S. *Science* **327,** 1204–1205 (2010).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

من تاريخ الطب

التيفـوس والحُكْـــم الاستبــدادي

تيلي تانسي تسترجع التاريخ المضطرب لبحوث اللقاحات في أوروبا إبان الاحتلال النازي.

ينتشر القمل في الحرب... حيث الازدحام، والتحركات الواسعة للجنود والنازحين، والافتقار إلى أساسيات النظافة الصحية، كلها ظروف مثالية لبقاء وانتقال قمل الجسم (*Pediculus humanus humanus*) وأحماله البكتيرية الكارثية: الرِّيكِتْسِيَّةُ البرُوفاتْسيكِيَّة *Rickettsia proazekii*، المسبِّبة لمرض التيفوس المميت. ففي عام 1918، تم تسجيل أكثر من 650,000 حالة تيفوس في بولندا المستقلة حديثًا وحدها.

كما تَطَرَّق الكاتب آرثر ألين في كتابه «مختبَر الدكتور فيجل الرائع»، فقد كان هذا المزيج من الفوضى الجيوسياسية والمرض المتفشِّي الذي كَتَب مصير اثنين من علماء الأحياء البولنديين.. رودولف فيجل، ولودفيك فليك.

مختبَر فيجل في لفوف، بولندا ـ لفوف هي لفيف الآن في أوكرانيا ـ هو الآن في طيّ النسيان، ولكن بين الحربين العالميتين الأولى والثانية، كان المختبر مركزًا عالميًّا لبحوث لقاح التيفوس. وبدَعْم من الحكومة، كان فيجل هو أول من استنبت الريكتسية مخبريًّا عن طريق تسخير القمل كحيوانات تجارب، فابتكر تقنية للتلقيح الشرجي؛ لنقل عدوى البكتيريا للحشرات، وحَشَدَ متطوعين من البشر؛ لتغذيتهم، حيث كان المِعَى المُتَوَسِّط للقمل الحافل بالتيفوس مادة أولية لإنتاج لقاحات التيفوس. وبحلول أوائل الثلاثينات، أُجْرِيَ اختبار واستخدام أول لقاح فعّال للتيفوس.



EAST NEWS POLAND

إخْتِصاصِيُّ الميكروبيولوجيا البولندي رودولف فيجل في مختبَر التيفوس الخاص به خلال الحرب العالمية الثانية.

في ألمانيا المجاورة، كانت الدعاية النازية تربط القمل باليهود. لذا.. كان هناك اهتمام ضئيل في وقت السِّلْم بإنتاج اللقاح، ولكن الأولويّات تغيرت مع تطور الحرب العالمية الثانية وبداية غزو القوات الألمانية لمناطق في وسط وشرق أوروبا المنكوبة بالتيفوس، التي هُزمت فيها لاحقًا.

ففي بولندا المحتلة من قِبَل الألمان في عام 1941، تمّ وضع مختبر فيجل تحت إمرة القوات المسلحة النازية. وقال فيجل إن الأوامر قد صدرت له ـ في مكان آخر في لفوف ـ ولمُسَاعِدِه السابق فليك، بتطوير وإنتاج لقاحات التيفوس.

أصبح مختبر فيجل المركزَ الفكريّ في البلدة؛ ليحلّ محل المقهى الثقافي إبان الحرب. وتَقَدَّم أكاديميون مفصولون ـ وكثيرٌ منهم يهود ـ ليصبحوا مُغَذِّين للقمل، للحصول على مبلغ شهري ضئيل، وعلى حماية من اللصوص والمعتدين، حيث انتشرت شائعات عن الملابس والمنازل التي تعجّ بالقمل. وبوجود الحشرات في صناديق ملفوفة حول سيقان مُغَذِّين، تمتص الدم، كان المُغَذُّون يناقشون موضوعات متنوعة، مثل الرياضيات، والفلسفة، وعلم النفس. ويتم تدريبهم على عدم حكّ الجلد المتهيِّج؛ لِمَنْع العدوى... ليس لهم، ولكن للقمل ذي القيمة.

ومما كان لا يثير الدهشةَ في معهد يقع في أرض محتلة، ومكلَّف بإنتاج أدوية منقِذة لحياة العدو، أنْ تنشأ التوترات. فالفخر العلمي لفيجل في إنتاج لقاح فعّال يتناقض مع رغبة الكثيرين من موظفيه لتعطيل الإنتاج. وكانت المعادلة الصعبة: إذا تأثَّر إمداد الجيش الألماني بشكل كبير، فإن المعهد سيلفت انتباهًا غير مرغوب فيه من قِبَل الجستابو، الذين قد يقومون بإغلاق المختبر، أو الاستحواذ عليه. فواصَلَ عمالُ اللقاح عملهم قدر استطاعتهم، وخلقتْ بعضُ الحِيَل العرضية لقاحات دون المستوى الأمثل، وسَمَح اتفاقٌ بتصنيع كمية صغيرة من اللقاحات للاستخدام الخاص، التي زُعِمَ استخدامها في الحي اليهودي (جيتو) في وارسو.





مختبَر الدكتور فيجل الرائع: كيف قام اثنان من العلماء الشجعان بمحاربة التيفوس، والتحايل على النازيين
آرثر آلين
دبليو. دبليو. نورتون: 2014.

كان فليك في وَضْع مختلف تمامًا. ولكونه يهوديًّا، فقد تم إيداعه الحي اليهودي في لفوف بعد الاحتلال الألماني، حيث أُلْقِيَ القبض عليه في فبراير من عام 1943، وعمل بعد ذلك في مختبرات في معسكرات الاعتقال والإبادة، تحت السيطرة المباشرة لوحدات إس إس، أو شوتزشتافل. وفي أوشفيتز ـ وبالتحديد في بوخنفالد ـ قام هو وزملاؤه بوضع حل آخر لمشكلة العمل لصالح العدو. فقام فليك باستنبات الريكتسية في حيوانات التجارب، وبالأخص في الأرانب، ثم قام باستئصال رئتي الحيوانات، ومن هذه الأعضاء قام فريقه بتصنيع لقاح عديم الفائدة. وقد قام زملاؤه غير المدرَّبين والمشرفون الجهلة من وحدات إس إس بدعم هذا الوهم، دون قصد.

بعد الحرب، عامَلَ النظامُ العالميُّ الجديد في بولندا كلا الرجلين بقسوة. فعلى الرغم من تعيينه زميلًا جامعيًّا في كراكوف، وتوفير معدات لتصنيع اللقاح في موسكو، وَجَدَ فيجل أن علاقته بالنازية ورفْضه الانخراط مع النظام الاشتراكي شيئًا مدمِّرًا لحياته العملية. وقد توفي في عام 1957، مُحطَّمًا ومنسيًّا. أما فليك، فقد عمل في لوبلان، ثم في وارسو، حيث اتُّهِمَ كثيرًا بمعاداة السامية. وفي السنة نفسها التي توفي فيها فيجل، هاجر فليك إلى إسرائيل، حيث عمل في علم الجراثيم حتى وفاته في عام 1961.

ربما كان فليك ـ المعروف الآن بكتابه «نشأة وتطوير الواقع العلمي»، الذي نُشر في عام 1935 ـ جريئًا في محاولته الواسعة للتضليل، ولكن هل كان فيجل عندما أعرب عن ترحيبه الحار بأسياده الألمان الجدد عالمًا نزيهًا، أم مخرِّبًا خفيًّا، أم متعاطفًا حقيقيًّا؟ يجادل ألين بأنه كان متمردًا بشكل بطولي، مُستشهِدًا باعتراف إسرائيل بفيجل ومَنْحه التقدير مع أولئك الذين خاطروا بحياتهم لإنقاذ اليهود خلال الهولوكوست. وقد عارض مؤرخون ـ مثل بول بيندلينج ـ هذا الرأي، حتى إنّ بعض كتابات ألين كان غامضًا.

إنّ أسلوب الكتاب والغرض منه مُحَيِّران.. وفيه بعض المنعطَفات التي يمكن أن تكون في عمل أكاديمي، مثل المراجع متعددة اللغات، ولكن كلمات معينة مثل «هراء» تتضارب مع لهجة يغلب عليها الطابع العلمي للنص. ومع ذلك.. فإنه يُظْهِر قصصًا رائعة في جملته. ■

تيلي تانسي أستاذة تاريخ العلوم الطبية الحديثة في جامعة كوين ماري، لندن.
البريد الإلكتروني: t.tansey@qmul.ac.uk

التصوّر المرئي للعلم

حُجَج متشعِّبة

يستعرض كيفن باديان كتابيْن عن رسوم الشجرة البيانية، وما تستطيع أن تقدمه.

عندما نُجسِّد علاقات الكائنات الحية، تتحول أفكارنا بشكل طبيعي تجاه الأشجار؛ فنرسم أشجار أنساب للعائلات، وغالبًا ما نفكر في القِرَدة العليا كجزء من عائلتنا الممتدة الكبيرة (حتى إن بعضها يعيش في الأشجار)، وتصلح الأشجار بتَشَعُّبها لفروع أصغر تدريجيًّا لأنْ تكون مثل الاستعارة البصرية لتنوع الحياة.

هذه إشكالية.. فالتنوع لم يكن معناه دائمًا التطور كما نفكر فيه اليوم. فقد وَضَع مؤلفو القرن الثامن عشر، بدءًا من عالِم الجيولوجيا تشارلز لايل إلى عالِم الطبيعة ريتشارد أوين، تنوُّع الكائنات الحية المتحجرة الأحفورية عبر طبقات من العمود الجيولوجي للأزمنة، لكن غالبيتها لم ينظر إليها باعتبارها طفرة تطوُّرية للأنواع. وبدلًا من ذلك.. نُظر إليها كسجل لتاريخ الحياة. ولم يتم الاعتراف بالعملية المؤدية لذلك النمط، إلى أنْ نَشَرَ تشارلز داروين مؤلفه «في أصل الأنواع» *On the Origin of Species* في عام 1859.

أقنَعَ داروين الناسَ بأنّ لدى كل الكائنات الحية سلفًا واحدًا أو عددًا قليلًا من الأسلاف المشتركة، ولذا.. أصبحت الرسوم البيانية الشبيهة بالشجرة، للمرة الأولى، تمثيلات بيانية للأنساب في هذه العلاقات بصورة حرفية. ورغم أن المؤلفين في العصر الفيكتوري، الذين استخدموا شجرة الأنساب لم يكونوا دائمًا يصوِّرون العلاقات التطورية، ربما أظهروا تجانس صلة القرابة فقط. وتستطيع كل أنواع الرسوم البيانية المتصلة توحيد المخلوقات ذوات الأربع ـ وهي الثدييات من رتبة آكلة الحشرات ـ أو التي تعيش في نيوزيلندا، بدون افتراض أي علاقة نَسَب.

ينبري في الوقت الراهن كتابان يتناولان الأشجار باعتبارها وسيلة تصويرية. إذ يمزج كِتاب عالِم البيولوجيا ديفيد أرشيبالد «سلم أرسطو وشجرة داروين» *Aristotle's Ladder, Darwin's Tree* بين تاريخ الرسوم البيانية ذات شكل الشجرة مع معانيها المتغيرة، لأنها تمثل أنواعًا مختلفة من التفسير حول العلاقات. ويستكشف كتاب الأشجار *Book of Trees* للمصمم مانويل ليما الاحتمالات العديدة التي تقدمها تلك الرسوم البيانية في التعبيرعن الأفكار والاكتشافات، مع وجود تأكيد قوى على فاعلية استراتيجيات التمثيل البياني.

يعرض أرشيبالد كيف تَصَارَع داروين مع فكرة (ما الذي سوف يمثِّل أنساب الحياة بصورة أفضل، سواء باستعارة الشجرة، أمْ المرجان، أمْ أعشاب البحر التي تنقسم بصورة لا نهائية). كان المرجان جذابًا، لأنه يتمتع بالحياة في أطرافه، وبالتالي قد تمثل فروعه السفلى ـ إلى حد كبير ـ سجلًّا أحفوريًّا هائلًا ومجهولًا. ويتتبع الكِتاب أيقنة الأشجار tree iconography بالرجوع إلى روما القديمة، حيث استُخدمت لتصوير التواريخ العائلية للمواطنين البارزين، ويتتبع الأشكال الموَرقة ذاتها عبر الخطط المسيحية الأولى المبكرة للأنبياء والقديسين. والسؤال الآن: كيف لا يمكن لوسيلة مفيدة مثل تلك أن تصلح أيضًا لأهداف إدراكيّة عديدة جدًّا؟

بمناقشة الظاهرة الآن، يرى أرشيبالد أنه في التوليفة الحديثة للتطور ـ وهي الحركة الداروينيّة الجديدة، التي هيمنت على النظرية التطوُّرية منذ ثلاثينات القرن العشرين ـ كانت تصنيفات الكائنات الحية في الأصل حرة الحركة نسبيًّا. وصنَّف خبراء التصنيف الكائنات الحية في أنساق بطريقة تَعَسُّفية، وفقًا لاختلافاتهم وأهمِّيتهم المتخيَّلَة. وهكذا، كان يمكن فَصْل البشر عن القردة العليا (الأخرى) في عائلة فرعية، أو عائلة أساسية، أو حتى نظامين مختلفين. أوضح أرشيبالد أيضًا تصنيف نظام الكلاديسيات cladistics ـ النظام الحالي البارز للنظاميات ـ الذي تكون فيه القرابة الجينيّة المعيار الأوحد لبناء شجر الحياة (كما اعتقد داروين). وفي الكلاديسيات، ينظر إلى الخصائص المتطورة حديثًا بتقدير لقدرتها على إظهار السَّلَف المشترَك لكل المخلوقات التي تمتلك هذه الخصائص «سينابومورفي» synapomorphies، مقارنةً بتلك التي لا نملكها. ويُعَدّ مخطط الأنساب cladogram ـ الذي يتخذ شكل الشجرة ـ الترتيب النهائي لمجموعات من المخلوقات، وفقًا لحيازة خصائص مشتركة، تتسم بالشفافية في بياناتها، والصرامة في منهجها.

يكمن الشيطان، بطبيعة الحال، في تفاصيل تفسير الخصائص في مختلف المخلوقات، وفي اختيار العمليات الرياضية المنتظمة، التي بواسطتها يتم وضعها في مجموعات. وهي عملية أصبحت سهلة حاليًا بفضل برامج الكمبيوتر. ويبيِّن أرشيبالد كيف أَحْدَثَ تطوُّر وسائل استخلاص وتحليل النتائج عن أوجه التشابه في الحمض النووي (دي إن إيه) ثورةً في تصنيف النظاميات. وتُعَدّ هذه الفصول في الكتاب من ضمن أفضل المعالَجات القصيرة للموضوع في أي موضع آخر.

مع ذلك.. حتى في النظريات الراهنة السائدة تستمر حالة التخبط، لأن الرسوم البيانية الكلاسيكية التي تتخذ شكل الشجرة لم تتضمن دائمًا شجرة التطور phylogenetic trees ومخططات السلالة، فهي تنقل أفكارًا مختلفة. ويتعلم الكثير من الدراسين أن «الشجرة هي مخطط سلالة مع إلحاق الزمن بها»، لكن مخططات السلالة ما هي إلا رسوم بيانية لتوزيع الخصائص.

يمكن أن تعدّ مخططات لشجرة القرابة cladograms لألواح الشوكولاتة، أو المعدات، أو الشخصيات الكرتونية، طالما أنك توضِّح كيف قُمْتَ بتعريف السمات المشتركة «سينابومورفي» synapomorphies. وعلى النقيض، تصوِّر شجرة

شجرة أنساب البشر لإرْنِسْت هيجل 1874.

مصباح أرسطو، شجرة داروين: تطوُّر الاستعارات البصرية في النظام البيولوجي
جي. ديفيد أرشيبالد
مطبعة جامعة كولومبيا: 2014.

كتاب الأشجار: تصوير فروع المعرفة
مانويل ليما
مطبعة برينستون للهندسة المعمارية: 2014.

التطور phylogenetic tree العلاقات التطورية. وتستطيع وَضْع الأسلاف المفترَضين في فروع شجرة ما (في الغالب لم نَعُدْ نفعل ذلك، لأننا نادرًا ما نستطيع التعرف على الأسلاف المباشرين)، ولكن ليس في شكل مخطَّط شجرة السلالة. فشجرة السلالة لا تتمتع بفروع حقيقية.. فخطوطها تصل بين النقاط فحسب. ويمكنك أن تقيِّم شجرة ما بالنظر إلى الزمن الجيولوجي وتواريخ الحفريات، ويمكنك جَعْل الفروع أكثر خفة، أو أكثر كثافة لوصف تنوُّعها. وتستطيع إطالة بعض الفروع بمهارة فنية لافتراض اختلافات مؤقتة، تكيُّفِيّة، أو بيئية. فالأشجار لها قواعد قليلة.. وهكذا تظل استعارة أزليّة بالنسبة لعلماء الأحياء، تدل على الدوام بالتفاحة المغرية.

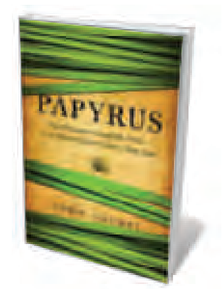
يُعَدّ كتاب أرشيبالد مؤلَّفًا متعدد التخصصات، موثوقًا به، مكتوبًا بمهارة، وكاملًا، ويتمتع بتقدير عميق لعلم التأريخ لموضوعاته المتعددة. وتمنيتُ وجود فصل للخاتمة، يجمع بين كل الآراء الممتعة في الكتاب، لكنْ يُعَدّ ذلك بمثابة الانشغال بتوافه الأمور. ومن الأهمية بمكان في ذلك السياق الإشارة إلى عمل عالِم الأحياء ثيودور بياتش المتكامل «أشجار الحياة» *Trees of Life* (مطبعة جامعة جون هوبكنز، 2012). ويقف كتاب بياتش موقفًا وسطًا بين كتابَي أرشيبالد، وليما، برُسُومه التوضيحية الوفيرة، ونَصِّه الذي يأخذ منحى اقتصاديًّا، لكنه تنويريّ.

ويُعتبر مؤلَّف ليما «كتاب الأشجار» *Book of Trees* كتالوجًا يتضمن رسومًا بيانية من علم الأحياء، والفلسفة، والتكنولوجيا، والتاريخ، وحتى الكتب الهزلية. وليست كلها أشجار الأنساب، إذ يحتوي الكتاب على أنواع مختلفة من الرسوم البيانية المتباينة، بعضها ليس فقط في شكل شجرة بصورة واضحة، مثل خرائط المفاهيم ذات الشكل المستطيل. وبعضها يقارن الاختلافات في العوامل المتغيرة، بل ويقيسها أيضًا بواسطة استخدام أطوال مُكَوِّنه، وكثافته، واتجاهه.

وكما يوضح أرشيبالد، استخدم داروين تقريبًا كل نوع من الرسوم البيانية الشبيهة بالأشجار في مذكراته وكتبه. ويفسِّر كتالوج ليما صور داروين التي يعيد نسخها بطريقة جميلة، لكنه لا يسهب في التحليل. وبالنسبة له، فإن قوة رسوم تمثيل البيانات تكمن في تنوُّعها، وقدرتها على توصيل المعلومات، وفي الجمال. ويُعَدّ وضوح التعبير شيئًا رائعًا، إذ تنقل المخططات الهيكلية الهندسية الانسيابية للنقاط والخطوط أبعادًا ذهنية أكثر مما يمكن للصفحة أن تعبِّر عنه حرفيًّا. ■

كيفن باديان يعمل في قسم البيولوجيا التكاملية ومتحف الحفريات في جامعة كاليفورنيا، بيركلي.
البريد الإلكتروني: kpadian@berkeley.edu

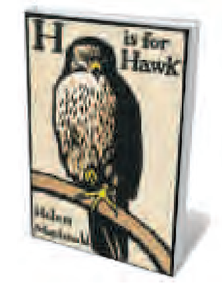
ملخصات كتب



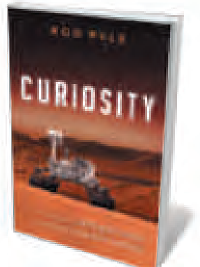
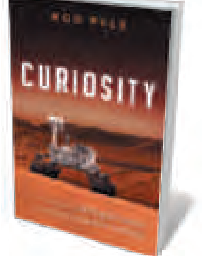
البَرْدي.. نبات غَيَّر العالَم — من القدماء المصريين إلى حروب المياه الحالية
جون جوديه، بيجاسوس بوكس (2014)
في هذا السرد الأنثروبولوجي والبيئي الشيق، يذكِّرنا عالِم البيئة جون جوديه بأنّ البردي ـ تاريخيًّا ـ نبات حيوي لرقعة الأرض الأفريقية. ويأخذنا جوديه من ثقافة قارة أفريقيا القديمة المبنيّة على المستنقعات ـ حينها كان البردي يمثل مصدر غذاء، ومادة للبناء، وأول أشكال الورق ـ إلى الأراضي الرطبة الحالية المعرَّضة للخطر. يناقش الكاتب ضرورة أن تعود رقعة قصب البردي، لأنها تمثِّل مأوى للطيور، ومرشحات نموذجية للمعادن الثقيلة بداخل المياه.



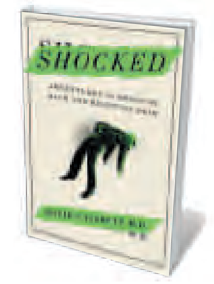
الثورة الرابعة: كيف يعيد فضاء المعلوماتية صياغة الواقع البشري
لوسيانو فلوريدي، مطبعة جامعة أكسفورد (2014)
هل نحن «كائنات معلوماتية» نعيش حياةً عبر شبكة الإنترنت–مخلوقات معلوماتية تقطن حقلًا ضبابيًّا يتماهى بين الواقع والافتراض؟ إنّ خبير الأخلاقيات المعلوماتية لوسيانو فلوريدي يعتقد ذلك. ودراسته القاطعة عن تَبَعِيَّتنا الرقمية تفنِّد حتى النخاع آثار هذا الاعتماد على كل شيء، من هويتنا الإنسانية إلى البيئة. نستطيع إذًا النظر بطريقة جديدة على تحوُّلنا إلى مستهلكين عبر صفحات الإنترنت بصورة شاملة («كالنفوس الميتة التي تحدث عنها جوجول، غير أن لدينا مَحافظ مالية»)، وننظر إلى إبداعنا بيئةً مبسَّطة للغاية، تُمَكِّن التقنيات الذكية من التفوق علينا. وهو كتاب غير مثير للذعر بالمرة، وجذّاب لأبعد حد.



حرف (الصاد) نستعمله في (صَقْر)
هيلين ماكدونالد، جوناثان كاب (2014)
يبدو هذا الكتاب المدهش أنه في الظاهر عن الصيد بالصقور. في الواقع، يحكي الكتاب عن كيف توصَّلت إنسانة مثقلة بمشاعر الحزن إلى أنْ تسبر أغوار عقل بَرّي. وهي عملية كان موضوع النقاش فيها هو الذي يتم ترويضه وهو مُحَلِّق في الجو دائمًا. وهي محطِّمة المشاعر من الحزن، جرّاء وفاة والدها. انغمست الكاتبة هيلين ماكدونالد مع صقر من فصيلة الباز goshawk. وتمزج حكاياتها السَّرديّة بشكل رائع بين الملاحظات المفصَّلة عن سلوك الصقر، وانغماسها في عالم الطائر وما يحدث بينهما، وبين حياة وعمل الكاتب تي. إتش. وايت، الذي ألهمها وهي طفلة كتابه «الصَّقر» *The Goshawk* في عام 1951. إنه كتاب يحلِّق أبعد من أجناسه، ويضطرم بالقوة العاطفية والعقلية.

المركبة كيوريوسيتي: نظرة قريبة لبعثة طوّاف المريخ، والأشخاص الذين جعلوها حقيقة
رود بايل، بروميثيوس بوكس (2014)
يَتْبَع الكاتبُ العلمي المتدفِّق حماسًا رود بايل كتابه «2012 الوِجْهَة المريخ» 2012 *Destination Mars*، بتحقيق قوي عن الكوكب الأحمر في تلك الدراسة الشاملة عن بعثة المختبر العلمي للمريخ، التَّابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا) والمركبة الطَّوّافة (rover) الأمريكية «كِيوريوسيتي» التي تبلغ تكلفتها 2.5 مليار دولار. وينتقل بايل من بطارية الطوّافة الخاصة بالأدوات التحليلية (وعلى وجه الخصوص التي تحوِّل الصخور إلى بخار) إلى النتائج التي توصَّلت إليها وإدارتها، بالإضافة إلى الشخصيات البارزة التي تجعل من المهمة حقيقة واقعة. ويجذب الانتباه بزخم من المقابلات فيما وراء الكواليس، ليس أقلها مع أفراد الطاقم المتفاني الذي يتحكم في الذراع الروبوتية عن بُعْد.



..مصدومًا: مغامرات في إعادة الموتى حديثًا إلى الحياة
ديفيد كاسارت، كَرنت (2014)
في عام 1986، غرقت طفلة صغيرة، اسمها ميشيل فونك، وسُجِّيَ جسدها ميتًا لمدة ثلاث ساعات، قبل أن يعيدها فريق طبي إلى الحياة مرة أخرى. بعد عقود لاحقة، يروي الطبيب ديفيد كاسارت، أن عِلْم الإنعاش يُبْهِر بصورة عجيبة جدًّا. في هذا التحقيق الممتع بشكل خلّاب، يغطي كاسارت اكتشافات جديدة في العلم، وأجهزة، ومخاطر، ودراسات حالة. ويمرّ على أساليب إنعاشية من الماضي، مثل نفخ دخان تبغ داخل مستقيم rectum الضحية، والتأثيرات الخَلَويّة لأساليب تَستخدِم الكهرباء ودرجات الحرارة المنخفضة، والطرق المتقدِّمة المحتمَلة في المستقبل، ومن بينها خَفْض التمثيل الغذائي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

مراسلات

أسرار الدماغ أرخص مرتين

تبلغ تكلفة بعثات أبولُّو الفضائية أكثر من 100 مليار دولار في اليوم، ويتكلف مصادم هادرون الكبير 10 مليارات دولار، ويتكلف تطوير الإيرباص A380 15 مليار دولار، وهذا ما يجعل التكلفة المتوقَّعة لمبادرة BRAIN (أبحاث الدماغ من خلال النهوض بالتقنيات العصبية المبتكرة) ـ التي تُقَدَّر بـ4.5 مليار دولار ـ تبدو زهيدة (انظر: Nature http://doi.org/tmh;2014).

وإذا كنا أنفقنا أموالًا طائلة لإرسال شخص إلى سطح القمر، وتحطيم الجزيئات، وبناء فندق طائر، فلماذا لا ننفق 10 مليارات دولار على الأقل في محاولة لحل اللغز الأكبر على الإطلاق؟

أنيوج ك. راستوجي جامعة تورنتو، كندا.
Anuj.rastogi@mail.utoronto.ca

التلقيح يحدّ من مخاطر تغيُّر المناخ على الكاكاو

سوف يعاني محصول الكاكاو من عجز 75000 طن عن المتوقع للموسم الزراعي 2013-2014 (انظر: /go.nature.com ob6eyt)، وقد تم ربط هذا العجز بالأحوال الجوية المتطرفة التي شهدتها مناطق زراعة الكاكاو بساحل العاج، وغانا، وإندونيسيا. ومن ثم، فإن على استراتيجيات الإنتاج المستقبلية أن تأخذ التغيرات المناخية بعين الاعتبار (انظر: P. Läderach *et al*. *Clim*. *Change* **119**, 841-854; 2013).

تبلغ قيمة التجارة العالمية للكاكاو 10 مليار دولار سنويًّا، ويعتمد 50 مليون فرد على هذا النوع من الزراعة، ويقع المزارعون تحت ضغط تحقيق الاستقرار في المحصول، وذلك ـ في الغالب ـ عن طريق زيادة المدخلات الكيميائية، وإزالة أشجار الظل؛ لزيادة إنتاجية أشجار الكاكاو، إلا أن الاستراتيجيّتين قد تتسبّبا في قتل المُلَقِّحات الحيوية.

يحتاج المزارعون إلى تَبَنِّي وسائل بيئية أكثر استدامة، فعلى سبيل المثال.. يمكن لأشجار الظل أن تجعل الزراعات أكثر مقاومةً للجفاف، وأن توفِّر موئلًا للملقحات، كذلك يمكن لزيادة التلقيح الحشري بمعدلات لا تتجاوز 10% أن تضاعِف محصول الكاكاو (انظر: J. H. Groeneveld *et al*. *Perspect*. *Plant Ecol*. *Evol*. *Syst*. **12**, 183- 191; 2010).

ويمكن لمبادرات التنمية المستدامة التي تقدمها الحكومة وقطاع الصناعة، والتي تشبه المبادرات التي تقوم مؤسسة الكاكاو العالمية بإدارتها (انظر: go.nature.com/uj9nfh)، أن تسهم في بحوث تلقيح الكاكاو، وإسداء المشورة للمزارعين بشأن كيفية تلبية الطلب العالمي المتزايد على الشيكولاتة.

توماس وينجر* جامعة جوتنجن، ألمانيا.
tomcwanger@gmail.com
*بالإنابة عن 4 مراسلين (انظر: go.nature.com/wh86eh للقائمة الكاملة).



تجارب فحْص الثدي عمل أخلاقي

تحوم الشكوك حول أخلاقية إجراء تجارب جديدة عشوائية تخضع للتحكم؛ لتحديد الفوائد والأضرار المحتملة لإجراء فحوص سكانية لسرطان الثدي (انظر: .go.nature com/vw13jv). وكممثل عن الأخلاق في اللجنة الطبية السويسرية، أَعتقِدُ أن ثمة مطلبًا أخلاقيًّا لهذا النوع من الدراسة، إذ إننا بحاجة إلى التأكد مما إذا كان التقدم في العلاج قد ألغى فوائد التشخيص المبكر الناتج عن الفحص، أم لا.

إن توزيع النساء بصورة عشوائية على مجموعات لديها الماموجرام بحدود دنيا متباينة للكشف عن المرض (انظر: H. G. Welch *The New York Times* 29 December 2013; go.nature.com/scyt6b)، أو ليس لديها الماموجرام، مِن شأنه أنْ يمثل إشكالية أخلاقية، إذا علمنا أن الفحص يوفر منفعة مهمة خالصة، إلا أن هذا لم يتم التحقق منه.

أؤكِّد أن غالبية النساء سوف يفضلن المشاركة في تجربة تساعد على توضيح فائدة الفحص عن مواصلة خضوعهن لفحوص ذات فائدة غير مُتَيَقَّنة مع احتمال وقوع أضرار بالغة من خلال التشخيص المُبَالَغ فيه.

نيكولا بيلر-أندورنو جامعة زيوريخ، سويسرا.
Biller-andorno@ethik.uzh.ch

قواعد بيانات الاقتباس تتجاهل الدوريّات المحلية

يتم التقليل من شأن تأثير البحوث في أمريكا الجنوبية في قواعد بيانات الاقتباس الرئيسة على النحو الذي تشيرون إليه (*Nature* **510**, 202- 203; 2014)، ومع ذلك.. فإن تضمين فهرس المكتبة العلمية الإلكترونية على الإنترنت في فهرس الاقتباس العلمي لمؤسسة «تومسون رويترز» لن يصحِّح الأوضاع.

تُصَوِّر المكتبةُ العلمية الإلكترونية جزءًا بسيطًا فقط من المطبوعات التي تمت مراجعتها من قِبَل النظير على مستوى القارة، حيث تقوم المكتبة ـ على سبيل المثال ـ بفهرسة أوراق بحثية من 267 دورية برازيلية فقط من إجمالي 1909، كذلك فإن التغطية التي تقدمها قاعدة بيانات إلسفير سكوبس غير ملائمة.

وحسب قاعدة البيانات الأكثر شمولية في أمريكا اللاتينية عن الدوريّات العلمية (the Latindex Catalog)، فإن 4882 دوريّة بأمريكا اللاتينية تلبِّي معايير تحريرية محددة (انظر: /go.nature.com lbrng2). وتتضمن قاعدة بيانات سكوبس 726 دوريّة فقط من هذه الدوريّات (15%)، أما الدوريّات الإقليمية، فغير مؤهَّلة (انظر أيضًا: /go.nature.com laywal).

يترك ذلك 4156 دوريّة من الدوريّات ذات التأثير الخفي خارج قاعدة بيانات سكوبس. وإذا افترضنا ـ بتحفُّظ ـ أن كل دوريّة من هذه الدوريّات تقوم بنشر 20 مقالة فقط كل عام لكُتّاب من أمريكا اللاتينية، فإن 83120 مقالة على الأقل يتم تجاهلها سنويًّا.

ينبغي على قواعد البيانات التجارية تجسير هذه الفجوة في التغطية؛ لتعكس بصورة لائقة تأثير البحوث العلمية في أمريكا اللاتينية.

جوانو بابلو ألبرين جامعة ستانفورد، كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية.
juan@alperin.ca

على المقالات الافتتاحية أن تصغي إلى علماء الاجتماع

توصي افتتاحياتكم دائمًا بضرورة دعم القرارات المتعلقة بخطة العمل بالأسس العلمية السليمة، بما في ذلك علم الاجتماع، غير أن تحليلي الشخصي لعيِّنة من هذه المقالات يشير إلى عدم اتباعكم لهذه النصيحة بشكل دائم. فقرابة نصف الافتتاحيات التي قمتم بنشرها خلال العام من 12 أكتوبر 2012، البالغ عددها 141 مقالة افتتاحية، ترتبط بموضوعات تتعلق بخطة العمل. من بين هذه المقالات حوالي 10% فقط تستخدم اقتباسات

من المؤلَّفات المختلفة؛ لدعم الحجج الواردة بها. وعلى النقيض، فإن 35% من المقالات التي تعبِّر عن أفكار لا تمت بِصِلَة مباشرة لخطة العمل يتم دعمها بالمراجع.

كما أن اقتراحاتكم المتعلقة بخطة العمل تتناقض أحيانًا مع الرأي المُجْمَع عليه بين علماء الاجتماع. ولنأخذ ـ على سبيل المثال ـ التخفيف من آثار تغيُّر المناخ: يوجد لديكم ميل واضح لإبراز السياسات التدريجية للحدّ من الانبعاثات، كاستحداث معايير الوقود، أو قوانين البناء، أو دعم مشروعات الطاقة المتجددة، إلا أن أغلب علماء الاقتصاد يرفضون الإدارة الحكومية التفصيلية للأنشطة المسبِّبة للتلوث، باعتبارها غير فعالة، وغير عادلة، ويفضِّلون رؤية تأسيس الضريبة العالمية للكربون (انظر: N. G. Mankiw *East. Econ. J.* **35**, 12-23; 2009؛ و go.nature.com/ylxraf).

يبدو أيضًا أنكم تتجاهلون تنوُّع آراء علماء الاجتماع بشأن القضايا الرئيسة، حيث تطالبون مرارًا ـ على سبيل المثال ـ بمَنْح مزيد من السلطات لإدارة الأغذية والعقاقير الأمريكية، دون الاعتراف بالجدل الدائر حول إمكانية تحقيق المنفعة الاجتماعية عن طريق زيادة أو نقصان السلطة الرقابية للمؤسسة (انظر: go.nature.com/pxxswg).

يمكنكم من خلال مطالبتكم الدائمة بتخصيص مزيد من الأموال الحكومية للبحث العلمي، تقديم حجة أقوى باستخدام أدوات ابتكرها علماء الاجتماع؛ لتقدير الحجم والتخصيص المثاليَّين لميزانية العلوم.

إن آراء *Nature* تتطابق ـ على الأرجح ـ مع الآراء الأساسية لجمهور قُرّائها، وجمهور الناس بوجه عام، إلا أن هذا لا ينبغي أن يصرفكم عن نشر نماذج «للأسس والقرائن العلمية السديدة عن شأن يتعلق بالمصلحة العامة» (*Nature* **491**, 160; 2012).

مارسيلينو فيونتيس جامعة أ كورونا، إسبانيا.
marcelinofuentes@gmail.com

التنقُّل الافتراضي يمكن أن يدفع بالمساواة

في أحد اجتماعات المنتدى المفتوح للعلوم الأوروبية في شهر يونيو الماضي، ناقش العلماء وصُنّاع السياسة والجمهور «التنقل الافتراضي»، متسائلين..هل يمكن لهذا التنقُّل أن يحلّ محل التنقل الجغرافي التقليدي للباحثين المبتدئين بين المختبرات؟

(انظر أيضًا: R. Garwood *Nature* **510**, 313; 2014).

خلصت المجموعة إلى إمكانية نجاح التنقل الافتراضي، شريطة اقترانه بزيارات قصيرة المدى للمختبرات الأخرى؛ للسماح بالاتصال المباشر، الذي يمثِّل ـ في رأينا ـ أمرًا حاسمًا لبناء الثقة، والعمل عبر الثقافات، إلا أن أكثر من نصف العلماء الذين تم سؤالهم في مَسْح قامت به اللجنة الأوروبية (www.more-2.eu) اعتبروا أن التنقل الافتراضي من شأنه أن يجعل الزيارات قصيرة المدى غير ذات أهمية.

وقد اتفق المشاركون في الاجتماع على أن التنقل الافتراضي سوف يوفِّر فرصًا متساوية لوصول الباحثين، والوصول إلى الباحثين الذين يعانون من إعاقات بدنية، وسوف يساعد القائمين بإجازة لرعاية الأطفال للبقاء على اتصال مع شبكاتهم المحلية والدولية، وسوف يمكِّن الباحثين بالمناطق الأكثر فقرًا من الوصول إلى المختبرات المزوَّدة بإمكانيات جيدة، والتعاون الدولي.

ونؤكد على ضرورة النظر إلى التنقُّل الافتراضي باعتباره مساويًا للتنقل بين التخصصات، والقطاعات، والمناطق الجغرافية، وباعتباره قوة دافعة للحصول على فُرَص متساوية. إن هيكليّات مراجعة النظير والتقييم تتطلب الاعتراف بهذه التصوُّرات الجديدة للانتقال.

كونور أوكارول* الفريق التوجيهي للموارد البشرية والتنقُّل بمنطقة البحوث الأوروبية، نيوري، أيرلندا الشمالية.
ocarroll.conor@gmail.com

*بالإنابة عن 9 مراسلين (انظر: go.nature.com/emgqqf للقائمة الكاملة).

استعراض المخاطر قبل القضاء على الضفادع

يطالب جوناثان كولبي والزملاء بالقضاء السريع على الضفدع الآسيوي الشائع *Duttaphrynus melanostictus*، الذي اجتاح هذه البيئة، قادمًا من مدغشقر (*Nature* **509**, 563; 2014). ونحذِّر من الإجراءات المضادة المبالَغ فيها، التي لا تستند إلى بيانات وتقييم مناسِبَيْن، إذ قد يكون لها من الآثار الضارة على النظم البيئية المحلية ما لا يقلّ بحالٍ عن المخاطر التي يشكِّلها الضفدع نفسه. فتجفيف مستنقعات التكاثر المحتملة، على سبيل المثال (انظر: http://*Nature* doi.org/ts3;2014)، قد يؤثر على الحيوانات المحلية، أو على النظم البيئية بأكملها. كما أن هذه المنهجية

قد تفشل بأي حال، لأن يرقات ضفدع *D. melanostictus* تستطيع العيش في الجداول، والبِرَك، والمياه المالحة. كما أن الجهود المبذولة من قِبَل المحافظين على البيئة غير المحترفين، والسكان المحليين؛ للقضاء على أفراخ الضفدع ويرقاته ربما تعرِّض أنواع الضفادع المحلية للخطر، ما لم يتمكن الأفراد من تمييز أفراخ الضفادع أو صغارها بصورة سليمة (أنظر، على سبيل المثال: R. Somaweera *et al. Biol. Conserv.* **143**, 1477-1484; 2010).

إننا نَعتبِر أن أوجه التشابه التي حدَّدها كولبي وزملاؤه بين ضفدع *D. melanostictus* وضفدع قصب السكر الغازي (*Rhinella marina*) غير مناسبة.. فإمكانية الغزو، وآثار الأنواع الغريبة يصعب التنبؤ بهما بدون بيانات كافية. إنّ تأكيد عملية غزو بيولوجي حقيقية تتطلب ـ في المقام الأول ـ جمْع المعلومات عن امتداد نطاق الضفدع، وتأثير ذلك على النباتات والحيوانات المحلية.

وقبل تنفيذ الإجراءات المضادة، يجب تقييم أيّ إجراءات سلبية.. الأمر الذي يتطلب إجراء تقدير سريع للصعوبات العملية، والمخاطر، واحتمالات النجاح.

سفِن ميك* جامعة فيليبس، ماربورج، ألمانيا.
meckes@staff.uni-marburg.de

*بالإنابة عن 12 مراسِلًا (انظر: go.nature.com/wj2aju للقائمة الكاملة).

المقاييس تضلِّل مديري الجامعات

ربما يتجاهل مديرو الجامعات، الراغبون في التوصُّل إلى قرارات سريعة بشأن تقييم أداء العاملين، المقاييسَ التي تبدو متطوِّرة أكثر من اللازم (انظر: *Nature* **510**, 444; 2014، وانظر: J. Adams *Nature* **510**, 470- 471; 2014). فقد شهدت كلية كينج لندن ـ على سبيل المثال ـ استخدام مقاييس جامدة لتحديد مَنْ يجب اعتبارهم زائدين عن حاجة العمل.

إن بعض أعضاء الكلية هناك يتم تقييمهم على أساس الدخل الذي يتم تحصيله من المنحة، أو على أساس عدد ساعات التعليم بالاتصال، لكن ليس على أساس الاثنين معًا، ودون اعتبار لمؤشرات معينة، مثل سجل النشر، أو جودة التعليم، أو عضوية هيئة التحرير (انظر: go.nature.com/bhbyjs). تؤثر هذه المقاييس بصورة غير متكافئة على العاملين الذين يحملون على عواتقهم

التزامات بحثية وتعليمية. والمفارقة الغريبة أن هؤلاء هم مَنْ أعلنتهم الجامعة عاملين مثاليين.

يمثِّل دَخْل المنحة الإجمالي ـ على أي حال ـ وكيلًا مشكوكًا فيه عن جودة البحث، ولا يمكن استخدامه لمقارنة أداء الباحثين الذين يمتلكون أوجه إنفاق ومصادر تمويل متباينة. وتشمل الأمثلة على ذلك باحثي العلوم الأساسية والطبية، أو الذين يعملون على نماذج الكائنات الحية، التي تتباين بشدة من حيث التكلفة.

إنّ حجم المنحة المخصَّصة لهؤلاء لا يرتبط بجودة بحوثهم. وهذه المقاييس المضلِّلة لا يمكن أن تكون مُلْهِمة لصناعة القرار الحكيم، باعتبارها تُشكِّل أمرًا جوهريًّا لإدارة التعليم العالي التي يتم تمويلها بتضييق شديد.

توماس باتس كينجز كوليدج، لندن، المملكة المتحدة.
Thomas.butts@kcl.ac.uk

يعلن المؤلف عن مصالح مالية متضاربة.. انظر: go.nature.com/u9y5ti لمتابعة التفاصيل.

المجموعات الخاصة تعوق العلوم

يشرح لنا كريستيان فورث وزملاؤه العيّنَة الحادية عشرة من الطائر الأول، أركيوبْتِريكس، بما في ذلك ملامح الريش غير المعروفة مِن قَبْل لهذا النوع المهم (*Nature* **511**, 79–82; 2014)، ولكنَّنا قلقون ـ رُغم ذلك ـ حيال إتاحة الوصول إلى هذه العيِّنة المهمة من بعد أن تنتهي فترة إعارتها الطويلة لمتحف عام، وعودتها تباعًا إلى مجموعة خاصة.

كان قد تم تسجيل هذه العيّنة من الأركيوبْتِريكس تحت «قانون حظر خروج الممتلكات الثقافية الألمانية» (انظر: go.nature. com/xyk5lz)، التي تتطلب تسجيل مكان وجودها، ومَنْع ضياع التراث الألماني. ومع ذلك.. فإن الوصول المفتوح إلى عيِّنات كهذه يظل خاضعًا لإذْن صاحبها.

ترفض دوريات عديدة نَشْر خصائص العيِّنات المحفوظة في مجموعات خاصة، نظرًا إلى عدم القدرة على التحقُّق من الملاحظات المرصودة بشكل مستقل، وهو ما يعرقل جهود المجتمع العلمي. وعوضًا عن ذلك.. يجب على الدوريّات في المستقبل الإصرار على وجود ضمانٍ لإتاحة الوصول المفتوح، كشرط للنَّشْر.

بول إم. باريّت، مارتن سي. مانت، متحف التاريخ الطبيعي، لندن، بريطانيا.
p.barrett@nhm.ac.uk

JACQUES DESCLOITRES, MODIS RAPID RESPONSE TEAM, NASA/GSFC

الشكل 1 | هبوب رياح الغبار الصحراوي في شمالي جزر الكناري. أَوْرَدَ كونواي وجون[2] أن الغبار الصحراوي الذي تحمله الرياح هو أكبر مصادر الحديد المذاب في شمال المحيط الأطلنطي.

كيمياء المحيطات

بصمات مُغَذٍّ طفيف

يحدّ النقص في كميات الحديد المذابة في البحر من الإنتاجية الحيوية ومن أخذ ثاني أكسيد الكربون. وقد تم التعرف على مصادر الحديد المذاب في شمال المحيط الأطلنطي من التباينات النظيرية في هذا المغذي الطفيف.

جوزيف رسينج، وباميلا باريت

يمثل الحديد 5% من القشرة الأرضية، إلا أن هذا العنصر شحيح الوجود في الامتدادات الشاسعة من محيطات العالم، إذ يحتوي كل لتر من مياه البحر السطحية، في المتوسط، على ما يقل عن 20 نانوجرامًا من الحديد[1]. رغم ما سبق، يقوم الحديد بدور بالغ الأهمية في تنظيم الإنتاج الأساسي في المحيطات (اصطناع المادة العضوية من ثاني أكسيد الكربون بواسطة العوالق النباتية). في العدد الصادر في العاشر من يوليو الماضي من دورية *Nature* الدولية، تَفَحَّص كونواي وجون[2] الأهمية النسبية للمصادر المختلفة من الحديد في شمال المحيط الأطلنطي. سيسمح لنا تقييد مقدار الإسهامات الناتجة من مصادر الحديد المختلفة في إدماج تدوير الحديد بدرجة أدق في نماذج المناخ العالمي، وبفهم أفضل لوظيفة تدوير الحديد في تنظيم انبعاث الكربون من المحيط.

تشمل مصادر الحديد في المحيط الغبار الطبيعي من الأراضي الجافة، والهباء الجوي الذي ينتج من المصادر البشرية، والرسوبيات النهرية، والساحلية، والبراكين القاعيّة. في العقد الماضي، مكَّنتنا التقنيات التحليلية الجديدة من تفحُّص التباينات في النظيرين الطبيعيين للحديد (التي يعبر عنها بالرمز $\delta^{56}Fe$) بالتراكيز التي توجد في مياه البحر، وهو ما وفَّر لنا أداة بالغة الأهمية لفهم الكيفية التي يتحرك بها الحديد عبر المحيطات. أنتج كونواي وجون أول قطاع $\delta^{56}Fe$ عبر حوض محيطي كجزء من برنامج "جيوتريسز" (GEOTRACES)، الذي يهدف إلى فهم توزيع العناصر ذات التراكيز المنخفضة وفهم تدويرها في المحيطات.

سمحت بيانات $\delta^{56}Fe$ لهذين المؤلفين "بأخذ بصمة" للحديد الذائب من مصادر مختلفة، وتحديد إسهام كل مصدر في مجموع كميات هذا المغذي في شمال الأطلنطي. وتَوَصَّل المؤلفان إلى أن المصدر الأكبر للحديد هو الغبار الصحراوي الذي تحمله الرياح، ثم يليه إطلاق الحديد من الرواسب المحيطة الموجودة على امتداد الحواف الساحلية. كما أن المصدر الأصغر والأكثر ثباتًا للحديد هو الانبعاثات الناتجة من البراكين القاعية ومن الانبعاثات الحرمائية، التي ظلت تطلق الحديد للمحيطات على امتداد ملايين السنين.

وهناك ردود فعل عديدة ما بين نقل الحديد للمحيطات، والمناخ العالمي. تحتاج العوالق النباتية، التي تحتل قاعدة الشبكات الغذائية في المحيطات، الحديد بوصفه مغذيًا طفيفًا أساسيًّا لعمل مجموعة من المسارات الكيميائية الحيوية المتنوعة التي تتحكم ببعض العمليات، كالتمثيل الضوئي وتثبيت النيتروجين. وحينما تغرق العوالق النباتية في أعماق البحر، فإنها تصطحب معها كل الكربون الذي راكمته. وتمثل هذه العملية إحدى الآليات التي يمكن أن تأخذ بها المحيطات CO_2 من الغلاف الجوي وتنقله إلى أعماق المحيطات، معدِّلةً بذلك من مستويات هذا الغاز في الغلاف الجوي. والامتدادات الشاسعة من محيطات العالم، بما فيها أجزاء المحيط الهادئ المجاورة لدائرة القطب الشمالي وشرقي متوسط الهادئ والمحيطات الجنوبية، غنية بالمغذيات الكبرى كالنترات، والفوسفات، والسيليكات، إلا أن بها إنتاجية حيوية منخفضة نسبيًّا بسبب المستويات المنخفضة للحديد المذاب، الشيء الذي يحد من نمو العوالق البحرية[3].

أسهمت تباينات إمدادات الحديد لسطح المحيط ـ على الأرجح ـ في التغيرات التي حدثت في مستويات CO_2 في الدوائر الجليدية، وبين الجليدية[3،4]. وأثناء الأزمنة الجليدية، عرَّضت مستويات البحر المنخفضة الرفوف القارِّيَّة الغنية بالحديد للانجراف، كما زاد معدل الجفاف المرتفع وسرعة الرياح من مساحة المناطق الجافة وكميات الغبار المنقولة عبر الهواء من هذه المناطق[5]. كذلك تشير سجلات الرواسب الثلجية والبحرية، إضافة إلى نتائج النمذجة، إلى أن تدفق الحديد إلى المحيط كان أعلى بمقدار 2–20 مرة أثناء الفترات الجليدية، عنها أثناء الفترة بين الجليدية الحالية، الشيء الذي عزَّز من الإنتاجية، ومن انبعاث الكربون أثناء هذه الفترات[6].

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

وإضافة إلى هذا التباين، هناك إمداد منتظم من الحديد من منفذ حرمائي في البراكين القاعية التي تحيط بالكرة الأرضية في سطح المحيطات وفي أعماقها. فهناك دليل[7] على أن الحديد المنبعث من المنافذ الحرمائية يمكن أن يرتبط بالمواد العضوية أو يتم تثبيته في شكل جسيمات غروية (جسيمات دقيقة جدًّا معلقة في الماء)، الشيء الذي يسمح له بالبقاء لفترة زمنية طويلة، وبالانتشار على امتداد مساحة كبيرة. يمكن للحديد المنبعث من المصادر الحرمائية العميقة أن يصل في نهاية المطاف إلى المياه السطحية الغنية بالمغذيات في المحيط الجنوبي، الذي تنظم فيه وفرة الحديد نمو العوالق النباتية، وتنظِّم أيضًا أخذ ثاني أكسيد الكربون[8]. كما يمكن أن توفر البراكين الضحلة في غربي المحيط الهادئ الحديد للتيار الاستوائي التحتي، موفرةً بذلك مسارًا للحديد إلى داخل المحيط، وإلى شرقي متوسط الهادئ الغني بالمغذيات.

تنتج الاختلافات في مقدار مصادر الحديد المستخدمة في النماذج المناخية تباينات كبيرة في مقدار ثاني أكسيد الكربون الذي تأخذه المحيطات أثناء الفترات الجليدية نتيجة لتخصيب الحديد[5,6,9–11]. ستجعل بيانات نظائر الحديد من تحديد ميزانيات الحديد المحيطية أمرًا ممكنًا، كما أنها ستحسن من متغيرات النموذج، وهو الشيء الذي يتيح فهمًا أفضل لتأثيرات مدخلات الحديد المتغيرة على ماضي ومستقبل المناخ.

ولا تزال هناك أسئلة مهمة عن العمليات المحيطية التي تجزئ نظائر الحديد دون إجابة. فعلى سبيل المثال.. يرجع كونواي وجون الجزء الأكبر من الحديد المذاب في عيِّناتهم إلى غبار الهباء الجوي الطبيعي، إلّا أن نِسَب النظائر في هذا الجزء "ثقيلة" بدرجة غير متوقعة ـ أي أن هناك وفرة عالية من النظائر الأثقل ـ عند الأخذ في الاعتبار كون هذا الهباء الجوي قادمًا من أراضٍ جافة بها كميات أكبر من النظير الأخف. يجادل المؤلفان بأن عمليات الإذابة وتكوين المعقدات تنتج قيمة $\delta^{56}Fe$ الثقيل التي يستخدمانها للتعرف على مصادر الحديد الناتج من الغبار والهباء الجوي. من السهل تَقَبُّل هذه الفرضية، بسبب أن غبار الهباء الجوي الطبيعي هو المصدر الرئيس الواضح للحديد في شمال الأطلنطي (الشكل 1)، غير أنه يصعب إرجاع بصمة $\delta^{56}Fe$ إلى مصادر محددة في المناطق التي يكون فيها الغبار الطبيعي المصدر غير الرئيس للحديد. لذلك.. من المهم أن نفهم كيفية تجزئة الحديد أثناء تدويره بين الأطوار المذابة والحبيبيّة، وبين سطح المحيط وأعماقه، بصورة أفضل.

ومع زيادة قياسات $\delta^{56}Fe$ في المحيط، ستصبح هناك فرصة أكبر للحصول على بصمات مصادر حديد غير معروفة حاليًا، وللتعرف على عملياتها المحيطية الأخرى باستخدام بصمة $\delta^{56}Fe$ المميزة لها. على سبيل المثال.. من المرجح أن تكون للحديد الناتج عن الهباء الجوي بشري المصدر، وعن الغبار الطبيعي الذي يتأثر بالانبعاثات بشرية المصدر، نِسَب مميزة لنظائر الحديد –ينتج احتراق الوقود الأحفوري والكتلة الحيوية هباءً جويًّا من الحديد سهل الإذابة[12]، كما ينتج أحماضًا ربما تعزِّز من ذوبان الهباء الجوي الطبيعي[13]. وهذا التأثير جليّ جدًّا في شمال المحيط الهادئ، الذي قد تقود زيادة وتيرة التصنيع وحرق الفحم في آسيا إلى تغيير تدفق الحديد المتوافر حيويًّا فيه، وهو الأمر الذي ستترتب عليه تَبِعَات مجهولة على بصمة $\delta^{56}Fe$ للحديد المذاب. ما زال استخدام النظائر للحصول على خريطة لتوزيع مصادر الحديد في محيطات العالم مجالًا يافعًا، إلا أنه بسبب كثرة ما يمكن اكتشافه فيه، يحمل آمالًا عريضة. ■

جوزيف إيه. رِسينج يعمل في المعهد المشترك لدراسة الغلاف الجوي والمحيطات، جامعة واشنطن، كما يعمل في NOAA-PMEL، سياتل، واشنطن 98115، الولايات المتحدة الأمريكية. **باميلا إم. باريت** تعمل في قسم علم المحيطات، جامعة واشنطن، سياتل، واشنطن 98195، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: resing@uw.edu; barrettp@uw.edu

1. Johnson, K. S., Gordon, R. M. & Coale, K. H. *Mar. Chem.* **57,** 137–161 (1997).
2. Conway, T. M. & John, S. G. *Nature* **511,** 212–215 (2014).
3. Boyd, P. W. & Ellwood, M. J. *Nature Geosci.* **3,** 675–682 (2010).
4. Martin, J. H. *Paleoceanography* **5,** 1–13 (1990).
5. Mahowald, N. M. *et al. Glob. Biogeochem. Cycles* **19,** GB4030 (2005).
6. Kohfeld, K. & Ridgwell, A. in *Surface Ocean–Lower Atmosphere Processes* (eds Le Quéré, C. & Saltzman, E. S.) 251–286 (AGU, 2009).
7. Bennett, S. A. *et al. Earth Planet. Sci. Lett.* **270,** 157–167 (2008).
8. Tagliabue, A. *et al. Nature Geosci.* **3,** 252–256 (2010).
9. Ziegler, M., Diz, P., Hall, I. R. & Zahn, R. *Nature Geosci.* **6,** 457–461 (2013).
10. Martínez-Garcia, A. *et al. Nature* **476,** 312–315 (2011).
11. Tagliabue, A., Aumont, O. & Bopp, L. *Geophys. Res. Lett.* **41,** 920–926 (2014).
12. Sedwick, P. N., Sholkovitz, E. R. & Church, T. M. *Geochem. Geophys. Geosyst.* **8,** Q10Q06 (2007).
13. Baker, A. R. & Croot, P. L. *Mar. Chem.* **120,** 4–13 (2010).

علم بيئة المجتمعات

فقمات الفراء تكشف عن تَرَاجُع مجتمعاتها

تشير البيانات حول ثلاثة أجيال من فقمة الفراء القطبية إلى أن تغيُّر المناخ يؤدي إلى تقليل نسبة بقاء الأفراد الأقل صحة وتنوعًا من الناحية الوراثية، بيد أن العدد الكلي لهذه الفقمات يتراجع.

تيم كولسون، وسونيا كليج

قبل أكثر من قرن من الزمان، دفع البشر مجتمعات فقمة الفراء القطبية (*Arctocephalus gazella*) نحو حافة الانقراض. وما إن انتهت عمليات الصيد حتى عادت أعداد هذه الفقمات للارتفاع، ليصل عدد مجتمع الفقمات إلى بضعة ملايين في بداية القرن العشرين. في العدد الصادر في الأسبوع الأخير من شهر يوليو الماضي من دورية *Nature* الدولية، أوضح فورسادا وهوفمان[1] أن عمليات التزاوج ما بين أفراد الفقمات على شواطئ جزيرة جورجيا الجنوبية في المنطقة القطبية الجنوبية أصبحت، في المتوسّط، متغايرة الزيجوت بدرجة قوية (وهو مؤشر على وجود التباين الوراثي الفردي الذي يرتبط بتحسن القدرة على البقاء والنجاح في التكاثر). للوهلة الأولى يبدو هذا أمرًا جيدًا، لكن تحليلًا أدق يكشف أنها عوارض مقلقة لوجود مجتمع يتناقص مرة أخرى.

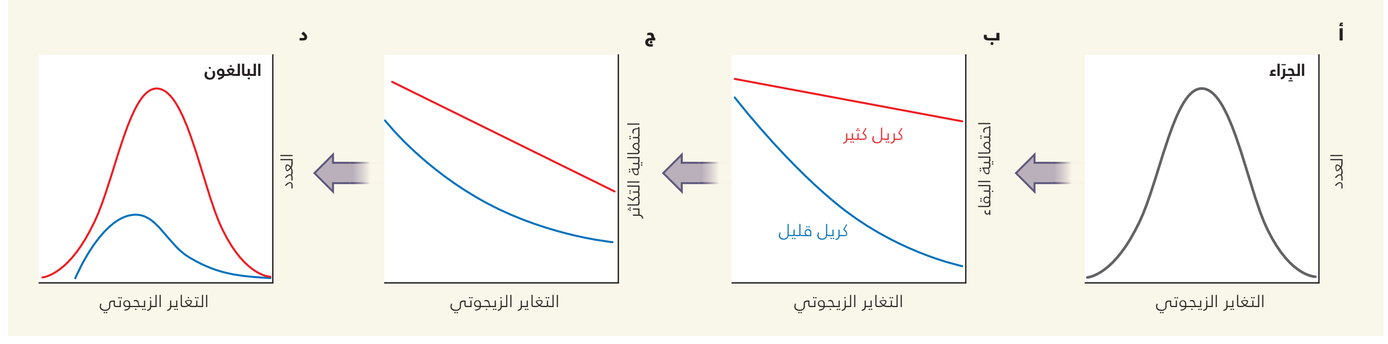
تحصل أنسال الكائنات المتكاثرة جنسيًّا على سلسلة واحدة من الحمض النووي من خلايا الأم، وأخرى من الأب. هناك مناطق في السلسلتين تعتبر متشابهة تمامًا وبعضها مختلف، وكلما كانت الاختلافات أكثر، يكون الكائن الحي متغاير الزيجوت. ترتبط ظاهرة تغاير الزيجوت مع قدرة الفرد على النجاح في التكاثر والبقاء، فالكائنات الأكثر تغايرًا في التركيب الوراثي هي الأكثر صلاحية للبقاء[2–4].

باستخدام بيانات على مستوى الأفراد حول معدلات البقاء والتكاثر والخصائص الوراثية لعدة أجيال من فقمة الفراء، بالإضافة إلى بيانات حول كميات عوالق الكريل (Krill)، التي تمثل وجبة الغذاء الرئيسة للفقمات، وكذلك الظروف الجوية في المحيطات الجنوبية، تمكَّن فورسادا وهوفمان من اختبار ما إذا كانت هناك أي تغيرات في حجم مجتمع الفقمات والتغاير الزيجوتي بها، التي تكون مرتبطة بتغير الظروف البيئية. وجد الباحثان أنه لم يكن هناك أي تغير في نسبة التغاير الزيجوتي لجراء الفقمات المولودين حديثًا، ولكن كانت هناك زيادة في نسبة الموت للأفراد الأقل تغايرًا، مقارنةً بالأفراد الأكثر تغايرًا في الزيجوت. يعني ذلك أن الفقمات الأكثر تغايرًا تتمكن بالفعل من البقاء، إلى أن تصل لسن التكاثر، لكن البيانات تُظْهِر أيضًا أن هؤلاء الأفراد يبدأون التكاثر في مرحلة متأخرة من العمر؛ وبالتالي يتكاثرون بمعدلات أقل. وخلال مدة تنفيذ الدراسة، أورد المؤلفان تراجع مجتمعات الفقمة بنسبة تصل إلى 25%، مع زيادة في التغاير الزيجوتي في الإناث المتكاثرة بنسبة 8.5%.

السبب الرئيس في كون هذه الحيوانات المتزاوجة غير قادرة على إنتاج أفراد أكثر في التغاير الزيجوتي، هو أن هذه الخاصية ترتبط بعوامل معقدة، منها مدى الاختلاف في السلاسل الوراثية للحمض النووي عند الآباء والأمهات، التي يتم توريثها للأنسال. يمكن أن تكون فرصة والدين لديهم التغاير الزيجوتي عالٍ متماثلة في إنتاج أفراد يكون التغاير الزيجوتي لديهم عاليًا أو منخفضًا. وخاصية التغاير الزيجوتي ـ في حد ذاتها ـ غير قابلة للتوارث، ولذا.. لا يمكن لمجتمع الفقمات أن يتكيف مع التغير عن طريق تطوير مستويات أعلى من التغاير الزيجوتي (الشكل 1)، ولكن لماذا نشهد مستويات أعلى من الموت في الأفراد ذوي التغاير الزيجوتي الأقل؟

لدراسة ذلك.. قام فورسادا وهوفمان ببناء نموذج محاكاة لعدد الإناث المتزاوجة، عن طريق دمج مؤشر حول الاختلافات المناخية في المحيطات الجنوبية، ومراقبة التغيرات في نسبة وجود العوالق. قام هذا النموذج بتوفير تنبؤات تطابقت مع التباينات التي قِيسَت في حجم مجتمعات الفقمة، مما يشير إلى أن التراجع الحديث في عدد فقمات الفراء تسببت فيه ـ إلى حد بعيد ـ التغيرات في الأنماط الجوية، التي أدت

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | تغير المناخ في الجينات. أ. تبقى نسبة التغاير الزيجوتي في فقمات الفراء ثابتة مع الوقت **ب، ج،** على العكس، تتباين العلاقة بين التغاير الزيجوتي والقدرة على البقاء (**ب**) ومعدل التكاثر (**ج**)، مع نسبة وجود عوالق كريل (الغذاء الأساسي لفقمات الفراء)، التي تتأثر بدورها بالمناخ **د،** نتيجة لذلك.. في السنوات التي تكون فيها كميات كريل قليلة (بسبب زيادة درجة حرارة سطح البحر)، فإن الإناث اللواتي يتميزن بالتغاير الزيجوتي العادي يمكن أن يبقين على قيد الحياة، حتى سن البلوغ.

بدورها إلى تقليل وجود عوالق الكريل krill. وهناك عوامل أخرى تؤثر على وجود الكريل، منها التغيرات في ممارسات صيد السمك[5]، وزيادة أعداد الحيتان[6].

وجد المؤلفان أن النموذج الذي يتضمن نسبة وجود العوالق والاختلافات المناخية يقوم بالتنبؤ بالحجم الحقيقي المقاس لمجتمعات الفقمة بشكل أفضل بقليل من النموذج الذي يتضمن فقط الاختلافات المناخية، مما يشير إلى أن ازدياد كلٍّ من الضغوط الناجمة عن الصيد، وأعداد الحيتان، قد أسهما أيضًا في التراجع الحالي لأعداد الفقمات. كانت لهذه التغيرات نتائج غير متوازنة، إذ كانت أكبر على فقمات الفراء التي تعاني من قلة التغاير الزيجوتي، منها على تلك التي تتميز بتغاير زيجوتي عالٍ. هذا بدوره يؤدي إلى تراجع آخر في مجتمعات الفقمة، يتزامن مع زيادة في التعدد الجيني لدى الإناث المتكاثرة (الشكل 1).

لماذا يهمّنا كل ذلك؟ إحدى أكثر القضايا المجهولة في محاولة التنبؤ بمسار التغير في المناخ على كوكب الأرض في المستقبل–ربما الخطر الأكبر الذي يواجه البشرية في القرن القادم– هي كيفية استجابة الحيوانات والنباتات والأنظمة البيئية للتغير في مستويات ثاني أكسيد الكربون، وكيف يمكن لهذه التغيرات أن تؤثر بدورها على المناخ العالمي. لا نملك إلا القليل من الدراسات التي توضح بدقة استجابة الأنظمة الطبيعية للتغيرات البيئية، لأن عملية تجميع البيانات المطلوبة تُعتبر تحديًا كبيرًا، كما أن المسوح التي تتم على واحدة أو اثنتين من الخصائص المتعلقة بالمجتمعات والأنظمة البيئية تعتبر في العادة غير كافية لتطوير فهْم شامل. وإذا ركّز فورسادا وهوفمان فقط على التوجهات المتعلقة بالتغاير الزيجوتي في الفقمات، ربما توصّلا إلى استنتاج مفاده أن مستقبل هذه الفقمات زاهرٌ، لأنها تتجه لتصبح أكثر قابلية للبقاء، لكن البيانات طويلة الأمد والمعتمِدة على الأفراد تكشف صورة مختلفة كليًّا وأقل إشراقًا بكثير.

لحسن الحظ أن التطورات التكنولوجية الحالية تعني أنه بإمكان علماء الأنظمة البيئية أن يجمعوا بيانات كثيرة يمكن أن تكون مناسبة لتقييم كيفية استجابة العالم الطبيعي لتغير المناخ، وكيف تؤدي هذه الاستجابات بدورها إلى إسراع أو إبطاء معدلات التغير. هذه التكنولوجيا ليست رخيصة الثمن على أي حال، وهناك حاجة إلى استثمارات من قِبَل الحكومات والصناعة لنشرها. وبمجرد أن يحدث ذلك، سنتمكن من الحصول على صورة أدق عمّا إذا كانت فقمات الفراء في جنوب جورجيا تُعَدّ غير تقليدية في استجابتها للتغيرات الناتجة عن النشاط البشري، أم أن مثل هذه الديناميكيات الوراثية والبيئية تعتبر طبيعية ومنتشرة. في كل الأحوال، يمكن أن نقول إن مقاومة التراجع الجاري في أعداد الفقمات في القرن الواحد والعشرين يبدو أصعب مما كان عليه في القرن العشرين. ■

تيم كولسون، و**سونيا كليج** يعملان بكلية علوم الحيوان، جامعة أكسفورد، OX1 3PS، بريطانيا. تعمل **سونيا كليج** أيضًا في مدرسة جريفيث للبيئة، ومعهد أبحاث المستقبل البيئي، جامعة جريفيث، مقر جولد كوست، كوينزلاند، أستراليا.

البريد الإلكتروني: timothy.coulson@zoo.ox.ac.uk؛
sonya.clegg@zoo.ox.ac.uk
Twitter: @tncoulson

1. Forcada, J. & Hoffman, J. I. *Nature* **511,** 462–465 (2014).
2. Amos, W. *et al. Proc. R. Soc. B* **268,** 2021–2027 (2001).
3. Chapman, J. R., Nakagawa, S., Coltman, D. W., Slate, J. & Sheldon, B. C. *Mol. Ecol.* **18,** 2746–2765 (2009).
4. Thelen, G. C. & Allendorf, F. W. *Evolution* **55,** 1180–1187 (2001).
5. Nicol, S., Foster, J. & Kawaguchi, S. *Fish Fish.* **13,** 30–40 (2012).
6. Magera, A. M., Mills Flemming, J. E., Kaschner, K., Christensen, L. B. & Lotze, H. K. *PLoS ONE* **8,** e77908 (2013).

الملاريا

إنارة مسار تصدير البروتين

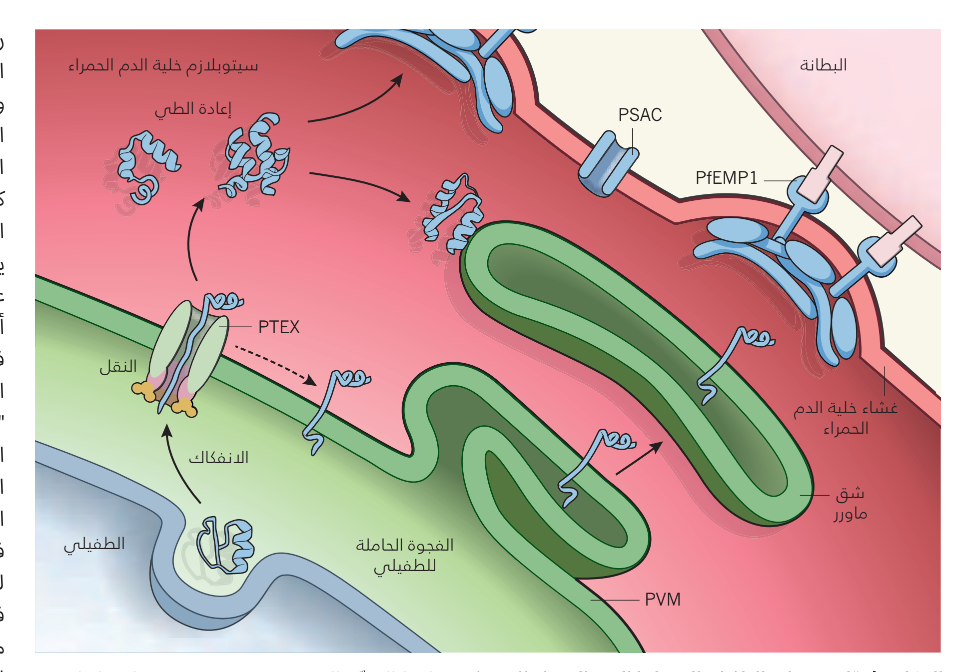
تقدم دراستان دليلًا على أن المركَّب البروتيني PTEX ضروري لتصدير بروتينات طفيلي الملاريا إلى سيتوبلازم الخلايا المصابة بالعدوى، وأن هذا التصدير أساسي من أجل بقاء الطفيلي.

سانجاي أ. ديساي، ولويس هـ. ميلر

تعمل طفيليات الملاريا على تصدير مئات البروتينات إلى خلايا الدم الحمراء التي تصيبها بالعدوى. وتسهم هذه البروتينات في زيادة امتصاص المواد الغذائية من بلازما الدم، وتسهّل التصاق الخلية المصابة بالعدوى بالخلايا البطانية في الأوعية الدموية، وتعيد تشكيل خلايا الدم الحمراء بشكل بيّن لمصلحة الطفيلي. وقد تم اقتراح وجود تجمّع بروتيني طفيلي يسمى "مُعيد تموضع البروتينات المصدّرة للمتصورة" (PTEX)، يعمل على تحريك هذه البروتينات عبر غشاء الفجوة الخلوية التي تفصل بين الطفيلي وسيتوبلازم الخلية المصابة بالعدوى[1]. وفي بحثين منشورين في العدد الأخير من شهر يوليو الماضي، بدورية *Nature* الدولية، أظهر كلٌّ من بِك وزملائه[2]، وإلسورث وزملائه[3]، نقل البروتين من خلال PTEX بشكل أكيد.

أشارت دراسات تفاعل البروتين[1] إلى أن معيد التموضع PTEX يتكون من خمسة بروتينات، وأن أحدها، EXP2، يشكل مسمّا تمر البروتينات عبره كخيط بعد انفكاكها، في عملية تعتمد على الطاقة، من قبل البروتين المرافق HSP101. تُظهِر الدراسات الجديدة وظيفة هذا التجمّع البروتيني في الخلية المصابة بالعدوى عن طريق إزالة فعالية HSP101 وPTEX 150، وهما من مكونات PTEX مجهولة الوظيفة. وقد وجِد أن كبح أحد المكونين، عن طريق كبت النسخ أو زعزعة استقرار البروتين، تمنع تصدير مجموعتين كبيرتين من البروتين الطفيلي.

في المتصورة المنجلية (*Plasmodium Falciparum*) ـ إحدى طفيليات الملاريا الرئيسة التي تصيب الإنسان ـ تحتوي معظم البروتينات المصدّرة على تتابع يتألف من خمس ثمالات حمضية أمينية، تدعى وحدة تصدير المتصورة PEXEL، بالقرب من نهايتها الأمينية[4,5]. ويؤدي الانشطار ضمن هذه الوحدة بواسطة الإنزيم بلازمبسين 5 (plasmepsin V) إلى إلزام البروتين الناضج بالتصدير إلى الخلية المضيفة، لكن الطبيعة الدقيقة لهذا الإلزام لا تزال قيد النقاش[6]. أما المجموعة الثانية من البروتينات المصدّرة، فتفتقر إلى هذه الوحدة. هذه البروتينات المصدرة سلبية الوحدة، التي تزداد قائمتها طولًا، تفتقر إلى المظاهر التي توحِّدها، وتتحدى بالتالي محاولات توقع طريقة التعرف عليها وتصديرها[7]. إن ملاحظات المؤلفين حول كبح تصدير البروتينات من المجموعتين ـ اللتين تغطيان الطيف الكامل لتوقيتات التصدير، والخصائص البيوفيزيائية للبروتين، والوِجهة بالخلية



الشكل 1 | نقل بروتينات الطفيلي إلى خلايا الدم الحمراء للمضيف. يتواسط التجمّع البروتيني PTEX تصدير بروتينات طفيلي الملاريا عبر غشاء الفجوة الحاملة للطفيلي (PVM)، الذي يفصل سيتوبلازم الخلية المصابة عن الفجوة التي يسكنها الطفيلي. تفرز بروتينات الطفيلي أولًا في الفضاء الفجوي، حيث تفكّ قبل نقلها بواسطة PTEX؛ ثم يعاد طيّها في سيتوبلازم الخلية المضيفة. قد تخضع بعض بروتينات الغشاء لنقل فرعي (السهم المتقطع) من PTEX إلى غشاء الفجوة الحاملة للطفيلي، وهي العملية التي قد تسمح بالحركة داخل الأغشية، إلى أن تصل إلى الحويصلات المعروفة باسم شقوق ماورر. بعدئذ تتموضع البروتينات المصدرة في مواقع محددة في الخلية، أو على غشاء الخلية الحمراء، حيث تخدم الوظائف الحاسمة لنمو الطفيليات داخل الخلايا. وتشمل الأمثلة امتصاص العناصر المغذية عبر قناة الأنيون على سطح المتصورة (PSAC)، وربط الخلايا المصابة بالخلايا البطانية للأوعية الدموية، التي تتواسطه بروتينات الكريات الحمراء المحتوية على المتصورة المنجلية PfEMP1.

المضيفة ـ تجعل من PTEX عنق الزجاجة الأساسي في إعادة تشكيل خلايا الدم الحمراء الحادث بسبب الطفيلي.

تثير هذه النتائج تساؤلات جديدة حول عملية إعادة التموضع. كيف يتمكن PTEX من التعرف على بروتينات متنوعة كهذه ونقلها، في حين يسمح لبروتينات أخرى بالبقاء في الفجوة الحاملة للطفيلي (القسم المحتوِي على الطفيليات ضمن الخلية المضيفة يتشكل أثناء حدوث الغزو، ويتم تعديله أثناء نمو الطفيلي)؟ هل خمائر البروتييز المحتفظ بها والبروتينات المرافقة والإنزيمات الأخرى لا يتعرف PTEX عليها، أم أنها تحمل إشارات محددة تمنع التصدير؟ لكي تتمكن من المرور الخيطي عبر PTEX، يجب أن تنفك البروتينات المصدرة أولًا، كما ظهر في حالة بروتين معين مُنع انفكاكه بواسطة ركيزة مرتبطة بشدّة[8]. يظل غير معروف ما إذا كان HSP101، أو غيره من البروتينات المرافقة، هو الذي يحفّز انفكاك كل البروتينات المصدرة. كما لا يزال غير واضح أيضًا ما إذا كان EXP2 يحدد المسام حقًّا، وما هي الأدوار التي قد تؤديها مكونات PTEX الأخرى. هل من الممكن أن تخضع بروتينات الغشاء التي تمر عبر PTEX لنقل فرعي إلى الغشاء الفجوي لحامل الطفيلي، لكي تتيح الانتقال على طول الامتدادات الغشائية (الشكل 1)، كما ثبت بالنسبة لمعيدات التموضع في الكائنات الحية الأخرى[9]؟ أخيرًا، ستكون البروتينات التي تنتقل إلى سيتوبلازم الخلية المضيفة بحاجة إلى إعادة الطّيّ، الذي يفترض أن تقوم به مرافقات الطفيلي التي تخضع للتصدير أيضًا، ويجب بطريقة ما أن تُخضِع هي نفسها لإعادة الطّيّ[10].

هناك نتيجة أساسية أخرى لهذه الدراسات، تتمثل في أن كبح تصدير البروتين يتداخل مع النمو داخل الخلوي للطفيلي، مما يشير إلى أن البروتينات المصدرة لها أدوار أساسية في بقاء الطفيلي. لاحظ الباحثون آثارًا سلبية على تطور الطفيلي في المختبر وفي الجسم الحيّ، مع عدم تمكن الطفيليات غير الناضجة في مرحلة الدور الحلقي من التطور لتبلغ مرحلة الأُتْرُوفَة (طور التغذّي). وعلى النقيض، كان كبح PTEX بعد النضج إلى مرحلة الأتروفة جيد التحمل، مع غياب التأثير على خروج الطفيلي من الخلية، أو غزو خلايا دم حمراء جديدة، مما يشير إلى أن هذه العمليات الأخيرة لا تعتمد على البروتينات المصدرة في وقت متأخر من الدورة، لكن تطور عِرْسيّات المرحلة المبكرة، والمرحلة الجنسية من دورة حياة الطفيلي اللازمة لانتقال الملاريا عن طريق البعوض، تعرضت أيضًا لانتقاص شديد.

ما هي فعاليات عديد من البروتينات المصدرة التي تسهم في تثبيط نمو الطفيليات، والتي شوهدت في هذه الدراسات؟ رغم أن ارتباط الخلايا المصابة بالعدوى بالمستقبلات البطانية ضروري لبقاء الطفيلي في الجسم الحي، فإن الاستغناء عنه أمر ممكن في حالة الزرع في المختبر. أبرز الفعاليات المتوقعة هي امتصاص المواد المغذية من قِبَل قناة الأنيون على سطح المتصورة (PSAC)، وهي فعالية أساسية ترتبط بالبروتين الطفيلي، "المستضد 3 المرتبط بالالتصاق الخلوي" (CLAG3)[11،12]. وقد وجد بِك وزملاؤه أن CLAG3 يستمر في الدخول إلى سيتوبلازما الخلية المضيفة عندما يكون PTEX مكبوحًا، مما يعني أن تصديره يتم عن طريق آلية واضحة، وربما أثناء الغزو. في الوقت نفسه، كانت هناك قيود على نقل الذوائب بواسطة PSAC، مما يشير إلى أن البروتينات المصدرة الأخرى مطلوبة لتشكيل قناة المغذيات.

في الملاريا البشرية، يحول ارتباط الخلايا المصابة بالبطانة دون تدميرها من قِبَل الطحال، وتتواسطه بشكل رئيس بروتينات من أفراد العائلة 1 لـ"بروتينات الكريات الحمراء المحتوية على المتصورة المنجلية: (PfEMP1). ولكل فرد منها عدة مجالات للارتباط في وجهه خارج الخلايا، ومجال واحد عبر الغشاء، لتثبيت البروتين على المقابض التي يشكلها الطفيلي على الخلية المصابة[13]. كيف تنتقل PfEMP1 من الطفيلي إلى غشاء خلية الدم الحمراء؟ رغم عدم انشطار البروتين بفعل بلازمبسين 5، يبدو أن كلًّا من وحدة تصدير المتصورة PEXEL والمجال عبر الغشاء غير الاعتياديين يسهمان في تصديرها[4]. يُفترض أن تتطلب إعادة الطّيّ اللاحقة للمجالات الرابطة للبطانة في سيتوبلازم الخلية المضيفة إنزيمات أيسوميريز ثاني الكبريتيد، لجمع كميات كبيرة من ثمالات الحمض الأميني "سيستين" بشكل صحيح، وقد تُشرِك معها مجموعة من المرافقات[14،15]. ويبدو أيضًا أن عضيّات الفرز المتخصصة المعروفة باسم "شقوق ماوِرِ"، وبروتينات المقابض السطحية، مطلوبة من أجل الإدخال النهائي لـPfEMP1 في غشاء المضيف[16]. في ضوء البنية المطوية المعقدة لـPfEMP1، والمشاركة المحتملة للعديد من المرافقات، فإن التصدير المنقوص لهذا البروتين، الذي رصده كل من بِك وزملائه، وإلسورث وزملائه، قد يعكس التأثير غير المباشر لكبح PTEX. ستكون هناك حاجة إلى مزيد من البحث؛ لتحديد الآليات الدقيقة لتحريك وتقديم عامل الفوعة الرئيس هذا.

يكشف المقالان الجديدان عن وجود ملحوظ لمجموعة واسعة من ركائز إعادة التموضع، ويقدمان أدلة دامغة على أن تصدير البروتين ضروري للطفيلي، ويمثل بالتالي هدفًا علاجيًّا محتملًا. إننا نتوقع أن تكون التوليفات الدوائية التي تستهدف كلًّا من PTEX وفعاليات التصدير الطفيلية، مثل امتصاص العناصر المغذية المتواسط بواسطة PSAC، علاجات مضادة للملاريا شديدة التآزر. ■

سانجاي إيه. دِساي، و**لويس إتش. ميلر** من مختبر أبحاث الملاريا والناقلات، المعهد الوطني للحساسية والأمراض المعدية، معاهد الصحة الوطنية، روكفيل، ميريلاند 20852، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الالكتروني: sdesai@niaid.nih.gov; lmiller@niaid.nih.gov

1. de Koning-Ward, T. F. *et al. Nature* **459,** 945–949 (2009).
2. Beck, J. R., Muralidharan, V., Oksman, A. & Goldberg, D. E. *Nature* **511,** 592–595 (2014).
3. Elsworth, B. *et al. Nature* **511,** 587–591 (2014).
4. Marti, M., Good, R. T., Rug, M., Knuepfer, E. & Cowman, A. F. *Science* **306,** 1930–1933 (2004).
5. van Ooij, C. *et al. PLoS Pathogens* **4,** e1000084 (2008).
6. Goldberg, D. E. & Cowman, A. F. *Nature Rev. Microbiol.* **8,** 617–621 (2010).
7. Heiber, A. *et al. PLoS Pathogens* **9,** e1003546 (2013).
8. Gehde, N. *et al. Mol. Microbiol.* **71,** 613–628 (2009).
9. Van den Berg, B. *et al. Nature* **427,** 36–44 (2004).
10. Pesce, E.-R. & Blatch, G. L. *Parasitology* http://dx.doi.org/10.1017/S003118201300228X (2014).
11. Nguitragool, W. *et al. Cell* **145,** 665–677 (2011).
12. Pillai, A. D. *et al. Mol. Pharmacol.* **82,** 1104–1114 (2012).
13. Juillerat, A. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **108,** 5243–5248 (2011).
14. Maier, A. G. *et al. Cell* **134,** 48–61 (2008).
15. Külzer, S. *et al. Cell. Microbiol.* **14,** 1784–1795 (2012).
16. Papakrivos, J., Newbold, C. I. & Lingelbach, K. *Mol. Microbiol.* **55,** 1272–1284 (2005).

علم المواد

بلورة عضوية فائقة المرونة

لُوحِظَت المرونة الفائقة ـ إحدى أشكال المرونة التي تتضمن تغيرًا في الطور ـ في بلورة عضوية نقية لأول مرة. ويمكن أن تجد هذه المادة تطبيقات في مجال الموائع الدقيقة.

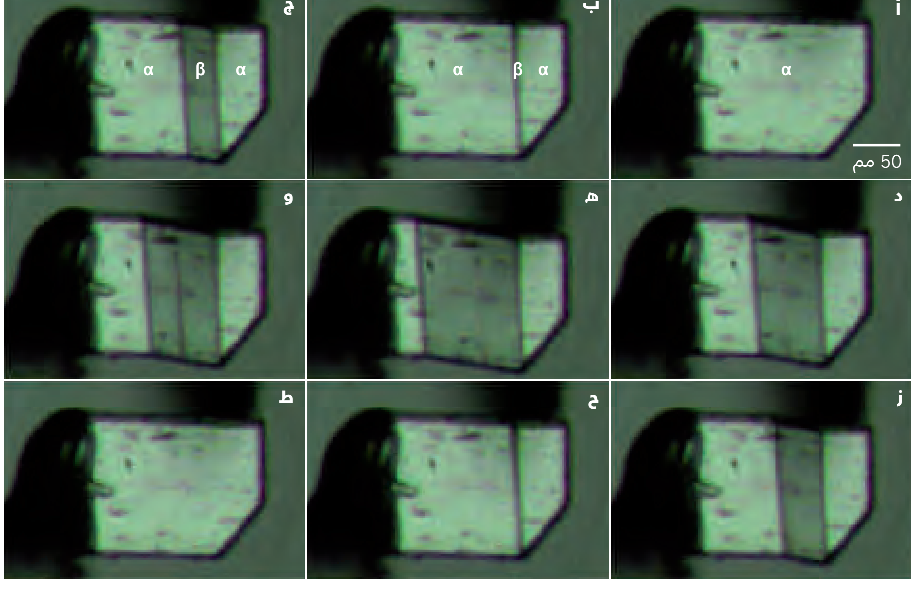
توميكي إيكيدا، وتورو أوبه

منذ اكتشاف[1] ظاهرة المرونة الفائقة في عام 1932، في سبيكة ذهب–كادميوم، لم يحدث أنْ تمت ملاحظة هذه الخاصية في البلورات العضوية. يورد تاكاميزاوا وميياموتو[2]، في بحثهما المنشور في دورية أنجفانتِه خيمي، عن اكتشافهما لهذه الظاهرة في بلورة منفردة لجزيء عضوي بسيط، وهو جزيء التيريفثالاميد.

ترتبط المكونات المنفردة بقوة ببعضها البعض في السبائك الفلزية والمواد السيراميكية، مكونةً بلورات صلبة. ويمكن لبعض هذه المواد أن تمر بتحول تطوُّري عند تعرضها للإجهاد، مما يمكن أن يقود إلى تشوهات عيانية[3]. عند إزالة الإجهاد، يصبح الطور الجديد غير مستقر، ويعاود الطور الابتدائي الظهور، ويعود معه الشكل الأصلي. أحد الأصناف النموذجية للمواد فائقة المرونة هي السبائك التي تتذكر شكلها[3]، والتي يمكن أن تتشوه بنسبة 10% من حجمها الأساسي، ثم تعود إلى شكلها قبل التشوه. وسبائك تيتانيوم–نيكل هي النوع الرئيس من المواد التي تتذكر شكلها، كما أن لها تطبيقات في بعض الأجهزة، مثل الدعامات الطبية، وأُطُر النظّارات[4].

تفحَّص تاكاميزاوا وميياموتو بلورة رخوة من التيريفثالاميد، يبلغ سمكها 150 ميكرومترًا وعرضها 59 ميكرومترًا. كانت البلورة في البداية فيما يعرف بالطور α (الطور الأم) ثم تم الضغط على أحد أسطحها بواسطة شفرة معدنية، بعرض 25 ميكرومترًا، بسرعة 500 ميكرومتر في الدقيقة. وجد المؤلفان أنه عند وصول الإجهاد الذي تتسبب فيه الشفرة إلى قيمة ثابتة، فإن البلورة تمر بانتقال طوري إلى طور ثانوي (طور β) على مساحة الاتصال بين الشفرة والسطح. والأمر المثير للاهتمام، هو أن الطور الثانوي ينمو في البداية على امتداد اتجاه دفع الشفرة، إلا أنه بمجرد أن يصل هذا الطور إلى أسفل البلورة، حتى يبدأ في النمو متعامدًا على اتجاه الدفع (الشكل 1).

مع نمو الطور الثانوي وانتشاره، تنحني البلورة في السطح البيني للطورين. حين سحب المؤلفان الشفرة إلى الخلف، بدأت مساحة الطور الثانوي في النقصان، وتعرضت البلورة لتحول طوري عكسي، انتهى برجوعها إلى شكلها الأصلي. أعاد المؤلفان دورة التحول هذه 100 مرة، وأوضحا أن البلورة تشوهت بنسبة 11.34% من شكلها الأساسي. ومقدار الإجهاد اللازم لحث التحول من الطور الأم إلى الطور الثانوي يقل بنسبة 1000 مرة تقريبًا عن المقدار اللازم لحث التحول المكافئ في سبيكة تيتانيوم–نيكل نموذجية.



الشكل 1 | التشوه القابل للانعكاس لبلورة عضوية منفردة. ضغط تاكاميزاوا وميياموتو[2] شفرة معدنية على بلورة منفردة من التيريفثالاميد؛ ولاحظا الكيفية التي مرت بها البلورة بالتشوه القابل للانعكاس. تكون البلورة في بادئ الأمر في طور بلّوري يُعرف بالطور α (**أ**). وحينما تضغط الشفرة على البلورة، ويصل الإجهاد الذي تعرضت له إلى قيمة ثابتة، تمر البلورة بتحوُّل طوري إلى الطور β في مساحة التلامس ما بين الشفرة وسطح البلورة. ينمو هذا الطور في البداية على امتداد اتجاه دفع الشفرة، (**ب**) وينمو بعد ذلك بصورة متعامدة على هذا الاتجاه، الشيء الذي يقود إلى انحناء البلورة في السطح البيني للطَّوْرين (**ج–هـ**). وحينما تسحب الشفرة إلى الخلف، تمر البلورة بمرحلة التحول العكسي (**و–ح**)، لترجع في النهاية إلى شكلها الأصلي (**ط**). في هذه الصور الميكروسكوبيّة، الشفرة هي المنطقة السوداء في الجزء الأيمن العلوي، بينما تمثل المنطقة السوداء على اليسار الصمغ الذي يُستخدم لتثبيت البلورة على الحامل.

تتحد الجزيئات في بلورة تيريفثالاميد لتكوِّن صفائح ترتبط ببعضها البعض بشبكة من الروابط الهيدروجينية. ولأن كل جزيء تيريفثالاميد يحتوي على أربعة مواضع يمكن أن تشارك في الترابط الهيدروجيني، نظرًا إلى وجود مجموعات الأميد ($CONH_2$) في نهاية كل حلقة بنزين في الجزيء، تحتوي الشبكة على روابط هيدروجينية تمتد من طرف إلى آخر على امتداد المحور الطويل للجزيء، وعلى روابط هيدروجينية تنتشر من جانب إلى آخر على امتداد المحور القصير. تتراص هذه البِنَى ثنائية الأبعاد معًا؛ لكي تكوِّن البلورة ثلاثية الأبعاد. وقد جد تاكاميزاوا وميياموتو أن جزيئات التيريفثالاميد في الطور β تكون متراصة بصورة أكثر إحكامًا عنها في الطور α، غير أن شبكة الترابط الهيدروجيني تظل كما هي. ووجدا أيضًا أن هذه الخاصية هي مفتاح المرونة الفائقة.

القوى بين الجزيئية التي تربط ما بين البلورات العضوية تكون عادةً أضعف بدرجة كبيرة من القوى التساهمية بين الذرية التي تربط ما بين السبائك والمواد السيراميكية، ولكن في النظام الحالي، يقوي مجموع الشبكات الهيدروجينية التي تمتد على المحورين الطويل والقصير للتيريفثالاميد من القوى ما بين الجزيئية، والضعيفة بغياب هذه الشبكات، بما يكفي لحماية البلورة من التصدع عند تعرضها للإجهاد. وبصورة أكثر عمومًا، توضِّح الدراسة التي قام بها المؤلفان أهمية الترابط الهيدروجيني في البِنْيَة فوق الجزيئية للمواد الرخوة[5]. ولأن الترابط الهيدروجيني أضعف بكثير من الترابط التساهمي، تكون البِنَى فوق الجزيئية التي تُبْنَى على الروابط الهيدروجينية أكثر مرونة عند تعرضها للاضطرابات الخارجية كالقوة الميكانيكية والحرارة والضوء. تعني هذه المرونة أن التفكك والاتحاد لمكونات البِنْيَة فوق الجزيئية يحدثان بسهولة عند التعرض للمثيرات الخارجية، الشيء الذي يقود إلى التخلص من الاضطراب بسهولة[6].

يمكن أن تجد المواد فائقة المرونة العديد من التطبيقات. فعلى سبيل المثال.. في أجهزة الموائع الدقيقة، ينبغي أن يظل ضغط المائع الذي ينساب في القنوات الميكروية في المستوى، دون الحَرج؛ لمنع عطب القنوات. وبشكل عام، تتحكم المضخّات الخارجية أو الصمامات الداخلية في هذا الضغط، إلا أنه يتم استخدام أدوات استشعار مستقلة لقياسه. يمكن أن تستخدم البلورة العضوية فائقة المرونة، مثل تلك التي تم عرضها هنا، لصنع صمامات داخلية تقوم بوظيفتي استشعار الضغط والتحكم فيه في آنٍ واحد داخل هذه الأجهزة. كما يمكن أيضًا أن تقوم هذه المواد فائقة المرونة بدور المواد المالئة في ممتصّات الصدمات المصمَّمة لتخفيف وطأة الصدمات والاهتزازات. ■

توميكي إيكيدا و**تورو أوبه** يعملان في مبادرة الأبحاث والتطوير، جامعة تشوو، 27–13–1 كاسوجا، بونكيو–كو، طوكيو 8551–112، اليابان.
البريد الإلكتروني: tikeda@tamacc. chuo–u.ac.jp

1. Ölander, A. *J. Am. Chem. Soc.* **54,** 3819–3833 (1932).
2. Takamizawa, S. & Miyamoto, Y. *Angew. Chem. Int. Edn* **53,** 6970–6973 (2014).
3. Otsuka, K. & Ren, X. *Prog. Mater. Sci.* **50,** 511–678 (2005).
4. Jani, J. M., Leary, M., Subic, A. & Gibson, M. A. *Mater. Design* **56,** 1078–1113 (2014).
5. Kato, T., Mizoshita, N. & Kishimoto, K. *Angew. Chem. Int. Edn* **45,** 38–68 (2006).
6. Prins, L. J., Reinhoudt, D. N. & Timmerman, P. *Angew. Chem. Int. Edn* **40,** 2382–2426 (2001).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الفِصَام

تكوين مرض معقَّد

تَمَكَّنَ أكبر تحليل جينومي أُجْرِي حتى الآن لارتباط الفصام من تحديد أكثر من 100 منطقة جينيّة تسهم في إمكانية الإصابة بالمرض، مما يؤسِّس خيوطًا جديدة لفَهْم هذا الشكل من الأمراض العقلية.

جوناثان فلينت، وماركوس مونافو

يمثل بحث[1] نُشِر في الرابع والعشرين من شهر يوليو الماضي بدورية *Nature* تتويجًا لنقاش طويل حول الأسس الجينية لاضطراب يعتبر أحيانًا القلب الحيوي للطب النفسي[2] - مرض الفصام. لم تتمكن أي حالة نفسية أخرى من إثارة تنوع كهذا في الآراء. وكثيرًا ما أُنكِرَت جذورها الحيوية، كما كان هناك رفضٌ مطلق لوجودها أساسًا في سياق الحركة المناهضة للطب النفسي في السبعينات من القرن الماضي. هذا البحث الجديد ـ الذي أجرته مجموعة عمل الفصام المنبثقة عن مجلس جينوميات الأمراض النفسية ـ يضع تقريرًا عن تحليل أكثر من 150.000 شخص، ويعثر على أكثر من 100 منطقة جينية مرتبطة بمرض الفصام، ويُنهِي تمامًا أي مستقبل للفكرة القائلة إن الجينات ليست سببًا مهمًّا للمرض.

كان الخلاف شرسًا حول الأساس الجيني للفصام. وهذا ليس بالمستغرَب، نظرًا إلى أن الطبيب النفسي السويسري إرنست رودين - من المؤيدين الأوائل للجدل القائل إن الحالة تمثل اضطرابًا أحادي الجين - دافع عن الرأي القائل بوجوب امتناع الأشخاص الذين يعانون من أمراض عقلية عن الإنجاب[3]، وبرر تعقيم وقتل الأفراد المصابين بالفصام. وعلى الرغم من تاريخ المرض الطويل والمثير للجدل، كان هناك إجماع بحلول نهاية القرن العشرين على وجود دور للعوامل الوراثية[4]، لكن الاتفاق على أن للوراثة دورًا تلعبه لا يماثل إيجاد مناطق جينية فردية (مواضع) تسهم في الاستعداد للإصابة بالمرض. وقد اتسم التقدم في هذا المجال ببدايات خاطئة[5،6]، وأكثر من 800 ارتباط وراثي ذي قيمة مشكوك فيها[7].

وبما لا يجافي المنطق، سيتساءل كثيرون: لماذا علينا أن نكون أكثر ثقة بأن علماء الوراثة في المجلس قد وصلوا إلى الفهم الصحيح هذه المرة. الإجابة المختصرة هي أن اختبارات الربط بين كل جين في الجينوم البشري والمرض أصبحت ناضجة الآن. وقد باتت المعايير الصحيحة لتحديد أهمية هذه الاختبارات بالنسبة إلى علماء الوراثة البشرية مألوفة، كما هو حال جدول الضرب في اثنين، وهي موثقة بشمولية في ورقة المجلس. منذ ظهور أول التحليلات الجينومية الشاملة لمرض الفصام في عام 2009 (المراجع[8،9])، ازداد حجم الدراسات، كما ازدادت أعداد المواضع المرتبطة بالحالة (الشكل 1).

أكَّد مجلس جينوميات الأمراض النفسية الآن وجود 108 مواضع تسهم في الاستعداد للإصابة بالمرض، ولكن حتى هذا العدد لا يكفي لإعطاء تفسير كامل لأسباب الفصام الجينية. فماذا يعني هذا الاكتشاف؟

أولًا، وقبل كل شيء، إنه يؤكد أن الوراثة سبب رئيس للمرض. فمتغيرات الخطورة المحددة الآن شائعة - وتسهم في معظم الحالات، إنْ لم يكن كلها. يمثل هذا تقدمًا هائلًا، قد يعيد صياغة الكتب المرجعية. ونظرًا إلى التاريخ المضطرب لهذا المجال، فإن هذه نقطة جديرة بالتركيز، وينبغي أن تكون مدعاة لاحتفال مستحَقّ بين أولئك الذين أنجزوا العمل.

ثانيًا، نحن نعلم الآن شيئًا عن الجينات المحتمل إسهامها. والقراء الذين لا يعرفون تقلبات دراسات الارتباط على نطاق الجينوم بحاجة إلى إدراك وجود فرق بين إيجاد موضع جيني، وإيجاد جين ما. في العادة يُفتَرَض أن الجينات ذات الصلة هي التي توجد في أقرب مكان من موضع محدد، ولكن كما ذُكِر مؤخرًا[10] بالنسبة لموضع يسهم في السمنة، فالحال ليست هكذا بالضرورة. وكقاعدة عامة، ربما يكون الجين الأقرب مكانًا جيدًا للبدء.

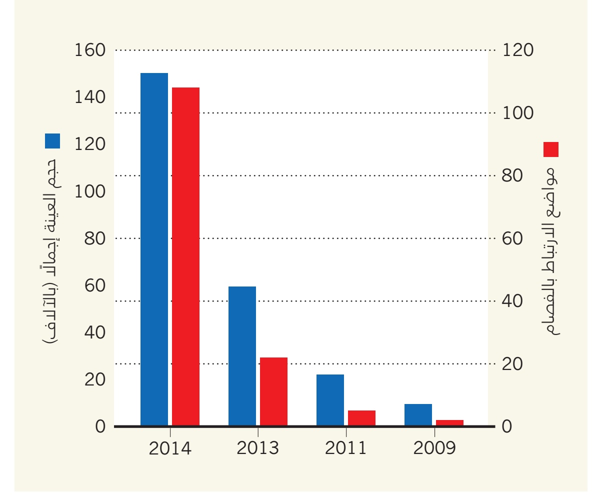
إذن ما هي الجينات المشاركة؟ سيضطر القراء المترقِّبون إلى اللجوء للجدول 3 من المعلومات التكميلية (go.nature.com/koxm8i) للعثور على جميع التفاصيل. وسيُكافأ الذين سيتكبدون هذا العناء ببعض الأفكار الممتعة. كانت الفرضية الرائدة لسنوات عديدة هي أن الفصام ينجم عن إشارات عصبية غير طبيعية تشمل الدوبامين. وكانت هذه النظرية تستند إلى دليل[11] يشير إلى أن فعالية العقاقير المضادة للذهان ترتبط بقدرتها على سد مستقبلات الدوبامين. وقد اتضح أن أولئك الذين أيَّدوا مسؤولية الجينات المرتبطة بالدوبامين كانوا على حق (جين مستقبل الدوبامين، *DRD2*، مرتبط). ومع ذلك.. لا يمكن بأي حال من الأحوال أن تكون جميع الجينات المرتبطة الدوبامين مسؤولة (الجين المرمِّز للكاتيكول -أو- ميثيل ترانسفيريز، وهو الإنزيم الذي يستقبل الدوبامين، غير مرتبط).

مع تَسَلُّق جبل من التحليلات الوراثية، ربما يكون من المخجِل ألّا يقدم لنا الباحثون نظرة بانوراميّة من أعلى، إذ ليس هناك أي فرضيات حيوية جديدة، ولكن من الواضح أن فكرة كون الفصام مجرد اضطراب في الإشارات العصبية (سواء المرتبطة بالدوبامين، أم بالجلوتامات) تبقى بحاجة إلى مراجعة. ويبدو ـ إلى حد كبير ـ أن أهم ارتباط هو موضع على الكروموزوم 6 يتضمن منطقة تحتوي على الجينات المسؤولة عن المناعة المكتسبة: معقّد التوافق النسيجي الرئيس (MHC).

ونظرًا إلى احتواء MHC أيضًا على جينات ترمز نشاطات وظيفية متنوعة، فإن حقيقة كون الارتباط الأهم يكمن ضمن MHC توحي بدوره المهم. على أي حال، فإن الشكل 2 في البحث يحتوي على ملاحظة أخرى مثيرة للاهتمام، إذ تُقَوَّى التأثيرات الوراثية في مرض الفصام في مناطق خارج MHC، تشارك هي أيضًا في المناعة المكتسبة. فهل يشكِّل الفصام جزءًا من اضطراب في المناعة المكتسبة؟ لا شك في وجوب البدء بأخْذ هذه الفكرة على محمل الجدّ. وقد يكون من المفارقة أن واحدًا من أقدم الارتباطات الوراثية المسجلّة[12] كان مع MHC.

مِن المحتمَل أن يقدم التعرض للعوامل البيئية تفسيرًا لبعض الارتباطات الوراثية الموثقة في هذا التقرير. فمثلًا، تغيرات تسلسل الحمض النووي في تجمع الجين *CHRNA5-A3-B4* ترتبط بقوة مع التدخين المفرط[13]. والتدخين أمر شائع جدًّا (بمعدل انتشار يتجاوز 80%) بين الأفراد الذين يعانون من الفصام[14]، وتحديد المجلس لنوعية مرتبطة في تجمع الجين *CHRNA5-A3-B4* قد يعكس علاقة بين جرعة واستجابة تربط بين شدة التدخين وارتفاع إمكانية الإصابة بالفصام، بدلًا من - أو بالإضافة إلى - وجود علاقة مباشرة. مع إجراء الدراسات الأكبر من أي وقت مضى للارتباط على نطاق الجينوم، من المفترض أن نبدأ بالتقاط الآثار غير المباشرة. وبعبارة أخرى.. قد تخبرنا دراسات كهذه عن الأسباب البيئية ـ فضلًا عن الأسباب الوراثية ـ للمرض. ■

جوناثان فلينت من مركز ولكام ترَست للوراثيات البشرية، جامعة أكسفورد، أكسفورد OX3 7BN، بريطانيا.
ماركوس مونافو من مدرسة علم النفس التجريبي، جامعة بريستول، بريستول BS8 1TU، بريطانيا.
البريد الإلكتروني: jf@well.ox.ac.uk



الشكل 1 | التقدم في تحديد الجينات المرتبطة بالفصام. منذ عام 2009، أسفرت التحليلات الجينومية الشاملة عن المواضع الجينية المرتبطة بالفصام (ومن ضمنها الدراسة الحالية التي يجريها مجلس جينوميات الأمراض النفسية[1]، والمؤرخة بـ2014) عن أعداد متزايدة من "النجاحات"[1،9،15،16]. وخلال هذا الوقت، وُجِد ارتباط بين عدد الأفراد المُخْتَبَرِين، وعدد المواضع التي وجدت، والمرتبطة بالاستعداد للإصابة.

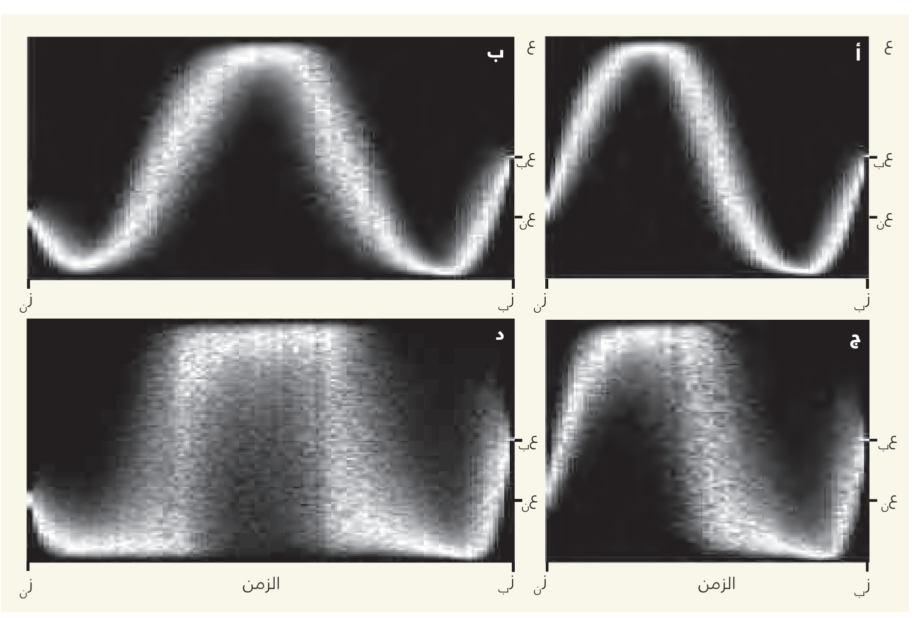
1. Schizophrenia Working Group of the Psychiatric Genomics Consortium. *Nature* **511,** 421–427 (2014).
2. Bebbington, P. & McGuffin, P. (eds) *Schizophrenia: The Major Issues* (Heinemann, 1988).
3. Torrey, E. F. & Yolken, R. H. *Schizophr. Bull.* **36,** 26–32 (2010).
4. Sullivan, P. F., Kendler, K. S. & Neale, M. C. *Arch. Gen. Psychiatry* **60,** 1187–1192 (2003).
5. Brzustowicz, L. M., Hodgkinson, K. A., Chow, E. W. C., Honer, W. G. & Bassett, A. S. *Science* **288,** 678–682 (2000).
6. Levinson, D. F. *et al. Science* **296,** 739–741 (2002).
7. www.schizophreniaforum.org/res/sczgene
8. The International Schizophrenia Consortium. *Nature* **460,** 748–752 (2009).
9. Stefansson, H. *et al. Nature* **460,** 744–747(2009).
10. Smemo, S. *et al. Nature* **507,** 371–375 (2014).
11. Seeman, P., Lee, T., Chau-Wong, M. & Wong, K. *Nature* **261,** 717–719 (1976).
12. McGuffin, P. *Psychol. Med.* **9,** 721–728 (1979).
13. Ware, J. J., van den Bree, M. B. M. & Munafò, M. R. *Nicotine Tobacco Res.* **13,** 1167–1175 (2011).
14. Hughes, J. R. *et al. Am. J. Psychiatry* **143,** 993–997 (1986).
15. Ripke, S. *et al. Nature Genet.* **45,** 1150–1159 (2013).
16. Ripke, S. *et al. Nature Genet.* **43,** 969–976 (2011).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

فيزياء الكَمّ

المسار الأكثر سفرًا

المتابعة المستمرة لمسارات عشوائية في نظام كَمِّي فائق التوصيل، بينما يتطور بين حالتين مختارتين.. ابتدائية ونهائية، تسمح للباحثين بتحديد المسار الأكثر احتمالًا للنظام.



الشكل 1 | مسارات الترانزمون. قاس ويبر وزملاؤه[1] تطور حالة كمية لجهاز ترانزمون فائق التوصيل. يمثل محور ع حالة الكَمّ، وتغيرها على محور الزمن يحدد مسار الكَمّ. في الأربع مجموعات من المسارات الموضحة هنا (**أ–د**)، تم اختيار المسارات التي لها إحداثيات ابتدائية ونهائية، في الأزمنة زب و زن، حول عب وعن بالترتيب. الأربع لوحات تقابل أربع تجارب تختلف في قوة القياس (**ج، د** تقابل قياسات أقوى) وفي زمن الحدوث الكلي (**ب، د** تقابل زمن حدوث أطول). المسارات "زائفة"، مما يعكس العشوائية في القياسات والتغيير العشوائي المقابل للحالة. ومع ذلك، فإن متوسط المسار في كل حالة يحمل معلومات عن ديناميكية النظام.

أدريان لوباسكو

المسارات من مختلف الأنواع ـ كتلك التي لدى الطائرات والطيور المهاجرة ـ هي جزء مألوف من تجربتنا اليومية. يرد مصطلح المسار، تقليديًّا، من خلال إحداثيات موضع كائن ما كدالة في الزمن. أما في مجال ميكانيكا الكَمّ، لا توصف حالة جسيم ما من حيث الموضع، ولكن من خلال بناء رياضي أكثر تجريدًا –متجه في فضاء هيلبرت. ومع ذلك.. يمكن معايرة الحالات الكَمِّية من خلال مجموعة من الإحداثيات التي تتحدد المساراتُ الكَمِّيةُ بتطورها في الزمن. مسارات الكم حتمية لأي نظام كَمِّي معزول، وهو ما يشي بتشابه خادع للمسارات الكلاسيكية. إلا أن الملاحظة تُظهِر أن مسارات الكم عشوائية، كاشفةً طابعها الهش. في العدد الصادر في نهاية يوليو الماضي من دورية *Nature* الدولية، حلَّل ويبر وزملاؤه[1] هذه المسارات العشوائية ليجدوا أن أكثرها احتمالًا لا يزال يوفر معلومات ثاقبة حول نظامٍ كَمِّي ما. ولدراسة المسارات الكَمِّية، استخدم ويبر وزملاؤه ترانزمونًا transmon، وهو جهاز فائق التوصيل ميكرومتري الحجم، يتصرف في درجات الحرارة المنخفضة كنظام كَمِّي ذي حالتين، يرمَّز لهما بـ(صفر، و1). الترانزمون، وغيره من أجهزة الكَمّ فائقة التوصيل، هي محل بحث مكثف بسبب تطبيقاتها المحتملة في الحوسبة الكَمِّية[2]، كما أنها تمثل نظم اختبار للبحث في الجوانب الأساسية لميكانيكا الكَمّ[3].

تأسست تجربة الباحثين على التقدم الكبير في هذا المجال على مدى السنوات القليلة الماضية. وأول هذه العناصر هو الانخفاض في "فك الترابط" للترانزمون. فأي نظام كَمِّي يتفاعل مع بيئته "ينسى" حالته –أي يفقد ترابطه. بشكل عام، يعوق هذا التأثير مراقبة السلوك الكَمِّي[4]، ومن ثم يحجب التأثيرات الكَمِّية التي لاحظها ويبر وزملاؤه. التقدم الثاني هو تطور أساليب قياس الترانزمون لدرجة قد تصل إلى "منتهى الدقة". في ميكانيكا الكَمّ، حتى القياسات المثلي تكون محدودة جوهريًّا، حيث لا توفر عملية قياس واحدة إلا معلومات جزئية فقط عن حالة النظام المرصود. وبعد أن يتم القياس، تتغيّر حالة النظام الكَمِّي بلا رجعة. والميزة الرئيسة لقياسات الكَمّ المثالية هو أن تغيير حالة النظام بعد القياس يكون أقل ما يمكن أن تسمح به القوانين الأساسية لميكانيكا الكَمّ[5].

قام ويبر وزملاؤه بقياس حالة الترانزمون بواسطة اقترانه بجهاز يُعرف بالمِرْنَان فائق التوصيل. التردد الطبيعي لذبذبات موجات الميكروويف في هذا المرنان تعتمد على حالة الترانزمون. أرسل المؤلفون موجات ميكروويف إلى المرنان ومن ثم رصدوا بشكل مستمر كيفية انتشارها. تمت معالجة أخرى لموجات الميكروويف المنتشرة لاستخراج أية إشارة متصلة تحتوي على معلومات تتعلق بحالة الترانزمون.

ينطوي هذا المخطط التَّعَقُّبِي على "ضعف" مستمر في قياسات الترانزمون. وقد تم التحقق من تلك القياسات الضعيفة نظريًّا[6] وتجريبيًّا[7]. ولفهم هذا النوع من القياس، لنفترض أنه قبل بدء القياس، كانت الحالة الكَمِّية للنظام قيد البحث معروفة جيدًا، ثم تم تشغيل جهاز القياس. إشارة القياس التي التقطت على مدى فترة زمنية قصيرة هي تقريبًا قيمة عشوائية، وفي حد ذاتها غير كافية لاستنتاج حالة النظام. ومع ذلك، فإن المعرفة المسبقة للحالة جنبًا إلى جنب مع القليل من المعلومات التي تم الحصول عليها من الإشارة المقاسة، يكفيان للاستدلال بالكامل عن الحالة الكَمِّية الجديدة للنظام. يمكن تمديد هذه العملية خلال مدة إجراء القياس بالكامل؛ باستخدام تلك الإشارة المتصلة من أجهزة القياس يمكن تحديث معرفتنا بالحالة الكَمِّية بشكل مستمر. إن التغيير في الحالة مع مرور الزمن ما هو إلا مسارٌ كَمِّي.

الطبيعة العشوائية لمسارات الكَمّ تعكس حقيقة اعتماد التغيير في الحالة الكَمِّية في كل زمن في عملية القياس على نتيجة القياس، التي هي عشوائية في حد ذاتها. لذلك.. قام ويبر وزملاؤه في تجربتهم بتحليل المسارات على النحو التالي. يتم تحديد مجموعة من المسارات التي تعتمد على الحالتَين الابتدائية والنهائية للترانزمون. ورغم أن مجموعة كهذه من المسارات عشوائية، إلا أنه من المرجح العثور على مسار واحد يمدنا بمعلومات قيمة حول الترانزمون (الشكل 1). المسار الأكثر احتمالًا مسارٌ يعكس من جهة، ميل الترانزمون للاستقرار في الحالة 0 أو 1، ومن جهة أخرى، ميله إلى التأرجح بين هاتين الحالتين.

المسار الأرجح يمكن حسابه نظريًّا[8]، شريطة أن يكون القياس الشامل للمسار، أي التفاعل، في حالته العظمى التي لا تتأثر بالتغييرات الطفيفة في المسار. هذا النهج يؤسس اتصالًا مثيرًا مع النظريات الأخرى التي تعتمد على المسار الأمثل، مثل مبدأ فِرمات لأقل زمن لانتشار الضوء، ومبدأ هاملتون للديناميكا في الميكانيكا الكلاسيكية، وأيضًا صياغة ميكانيكا الكَمّ من حيث الكيانات الرياضية المعروفة باسم (تكاملات المسار).

استطاع ويبر وزملاؤه قياس إحصاءات مسارات الكَمّ لجهاز الترانزمون الخاص بهم بنجاح، وأظهروا أن المسار الأكثر احتمالًا كان متفقًا مع الحسابات المعتمدة على التغير الخارجي[8]. يمكن عقد مقارنة هنا مع المسارات الكلاسيكية. فوَاسِمات الفلورسنت يمكن استخدامها لتمييز أنماط التدفق أو العمليات الحيوية. وبالقياس، فإن مسارات الكَمّ تحمل معلومات حول ديناميكيات الزمن للنظم الكَمِّية. واستخدام تلك القياسات الضعيفة لتحديد مسارات الكَمّ يمكن أن يقدم معلومات بشأن عوامل النظام التي تولّد الديناميكية. وإعداد الحالات الكَمِّية هو تطبيق آخر محتمَل للقياسات الضعيفة.

إنّ مواصلة تطوير التجارب الموصوفة هنا يجب أن تعالج دقة إجراء القياسات، التي تصل كفاءتها إلى 40% في شكلها الحالي. يتطلب استخدام هذه الطريقة للمُعامِلات الكَمِّية وتقدير الحالة أبحاثًا شديدة الدقة، لا سيما فيما يتعلق بكيفية مقارنة الأسلوب مع بروتوكولات مماثلة، استنادًا إلى قياسات كَمِّية قوية. ■

أدريان لوباسكو يعمل في قسم الفيزياء والفلك ومعهد الحوسبة الكَمِّية، جامعة واترلو، واترلو، أونتاريو N2L 3G1، كندا.
البريد الإلكتروني: adrian.lupascu@uwaterloo.ca

1. Weber, S. J. *et al. Nature* **511,** 570–573 (2014).
2. Devoret, M. H. & Schoelkopf, R. J. *Science* **339,** 1169–1174 (2013).
3. You, J. Q. & Nori, F. *Nature* **474,** 589–597 (2011).
4. Haroche, S. & Raimond, J. M. *Exploring the Quantum: Atoms, Cavities, and Photons* (Oxford Univ. Press, 2006).
5. Braginsky, V. B. & Khalili, F. Ya. *Quantum Measurement* (Cambridge Univ. Press, 1995).
6. Korotkov, A. N. *Phys. Rev. B* **60,** 5737 (1999).
7. Murch, K. W., Weber, S. J., Macklin, C. & Siddiqi, I. *Nature* **502,** 211–214 (2013).
8. Chantasri, A., Dressel, J. & Jordan, A. N. *Phys. Rev. A* **88,** 042110 (2013).

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

كيمياء المواد

بذور النمو الانتقائي لأنابيب النانو

تم إنتاج "بذور" جزيئية تتيح إنماء نوع واحد فقط من أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار، بدلًا من مزيج من أنواع عدة. يمهد هذا الأمر الطريق لإعداد عيِّنات نقية لأي نوع من الأنابيب النانوية.

جيمس تور

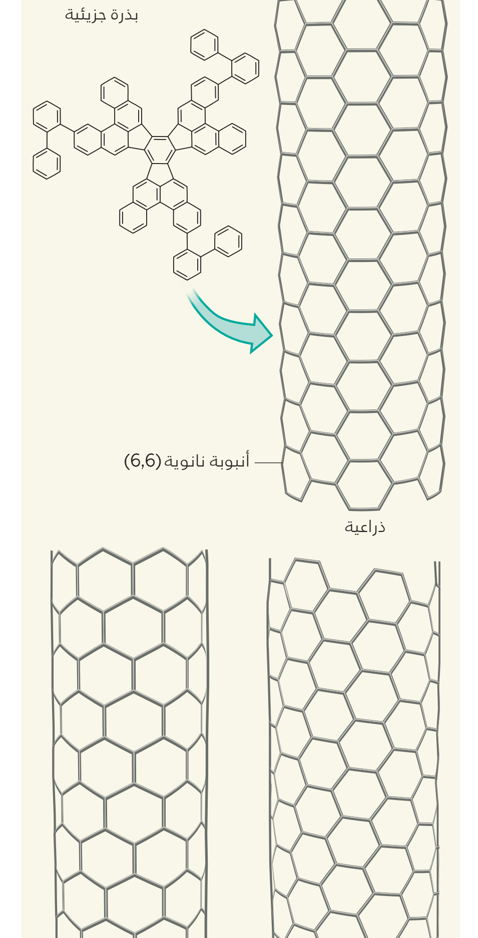
تكمن روعة أنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار (SWCNTs) في إمكانية الحصول على أكثر من مئة نوع منها عبر طرق إنماء مختلفة. غير أن هذا الأمر كثيرًا ما يكون أكثر ما يدعو للإحباط أيضًا. من المتوقع أن تكون هناك تطبيقات مختلفة لمختلف أنواع الأنابيب النانوية، إلا أن طرق التحضير التي تتكون بها هذه الأنابيب تفضي إلى مزيج يحتوي على حوالي 5–50 نوعًا مختلفًا[1،2]. ونظرًا إلى كثرة الأنواع الممكن تشكلها، يكون من الصعوبة بمكان فصلها عن بعضها. في العدد الصادر في الأسبوع الأول من شهر أغسطس الماضي من دورية *Nature* الدولية، قدَّم سانشيز فالنسيا وزملاؤه[3]، بعد عقدين من المحاولات الحثيثة لتصنيع نوع نقي من الأنابيب النانوية الأحادية، طريقًا ناجحًا لذلك.

يمكن تعريف أي أنبوب نانوي أحادي الجدار من خلال زوج من الأعداد الصحيحة (ن، م) تسمّى مؤشرات عدم الانطباق، التي تصِف نظريًّا كيفية لَفّ شريحة جرافين (طبقة منفردة من ذرات الكربون في الجرافيت) لتشكيل أنبوب[4]. ويمكن استخدم مؤشرات عدم الانطباق لتحديد مَعْلَمَين أساسيَّين لكل تركيب جرافيني ملفوف، وهما قطر الأنبوبة، والزاوية مع المسطح العمودي على طول المحور الذي تلف حوله شريحة الجرافين لتكوِّن أنبوبة. يستخدَم أحيانًا مصطلح "عدم الانطباق" استخدامًا خاطئًا، حيث إن عدم الانطباق خاصية مرتبطة بعدم التناظر، لكن بعض الأنابيب النانوية الأحادية لا تحتوي على عدم تناظر.

رغم أن هناك العديد من أنواع الأنابيب النانوية الأحادية (الشكل 1)، إلا أن هناك نوعين رئيسيين فقط: الأنابيب الفلزية الموصلة للكهرباء بطريقة الذهب أو الألومنيوم نفسها، والأنابيب النانوية شبه الموصلة، التي يمكن التحكم في توصيلها الكهربي، كما في أشباه الموصلات، كالسيليكون وأرسينيد الجاليوم. يتم تحديد التوصيل الكهربي بواسطة خاصية تسمى فجوة النطاق، وكلما ضاقت؛ ازداد التوصيل عند درجة حرارة الغرفة. تتميز الأنابيب النانوية الفلزية بفجوة نطاق تساوي صفر إلكترون فولت (إ.ف.) في حين أن الأنابيب النانوية شبه الموصلة لديها فجوات نطاق تتراوح من 1 ملّي إ.ف. إلى 1.5 إ.ف. (المرجع 5). لكل مجموعة تطبيقات حاجة لفجوة نطاق معيّنة. على سبيل المثال.. تستخدم فجوات نطاق صفر إ.ف. في تطبيقات الأسلاك الكهربية والكابلات، في حين يفضل استخدام فجوات النطاق الأكبر في الترانزستورات. وتستخدم فجوات نطاق أخرى في التطبيقات الضوئية؛ لتوليد أو كشف الألوان المختلفة[6].

قام سانشيز فالنسيا وزملاؤه بالتحضير الحصري لأنواع أنابيب (6،6)، بدايةً من "بذور" محددة مسبقًا، وهي جزيئات عضوية محضرة بطريقة متعدده الخطوات. تم إنماء هذه الأنابيب النانوية الأحادية من كل بذرة على سطح بلاتيني عند درجة حرارة 500 درجة مئوية باستخدام الإيثانول كمصدر لذرات الكربون. إن فكرة استخدام جزيئات للسيطرة على عدم انطباق أنابيب النانو ليست بالجديدة[7]، لكن الباحثين أخذوا أسلوب تصميم البذور لتصنيع أنابيب نانوية معيّنة إلى مستوى مُذهِل، إذ يحدد الترتيب الدقيق لذرات البذور نوع الأنبوبة النامية سلفًا. وتِباعًا، لنا أن نستنتج من نتائج أبحاثهم أنه بالإمكان تصميم وتصنيع أي نوع مرغوب فيه من الأنابيب النانوية أحادية الجدار.

استخدم الباحثون بشكل مبهر مجهر المسح النفقي لتصوير تموضع البذور على السطح البلاتيني، وأخذ لقطات سريعة أثناء المراحل الأساسية لعملية تَشَكُّل الأنابيب النانوية –فيما يشبه تكوُّن غطاء على شكل وعاء من البذور الجزيئية وما يليه من مراحل نمو القاعدة (تظل فيها ذرات البلاتين المحفزة علي سطح الركيزة في حين تتحرر قمة الأنبوبة النانوية من التحفيز). كما قام الباحثون بدراسة أنابيبهم النانوية باستخدم مطياف رامان، وبملاحظة قمة واحدة في نطاق طيف رامان؛ لتكشف عن نوع الأنابيب النانوية قيد الفحص. وقدموا ببساطة مذهلة أسلوبًا للتأكد من وجود نوع واحد فقط من الأنابيب النانوية نمت من البذور، وبيَّن بشكل لا لبس فيه تركيب هذه الأنابيب. وبالإضافة إلى ذلك.. قام الباحثون بعمل نمذجة حاسوبية واسعة لفهم المراحل المختلفة من عملية تَشَكُّل الأنابيب النانوية.



الشكل 1 | التباين التركيبي لأنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار SWCNT's. تُشكِّل وجهات حلقات الذرات السداسية في الأنابيب النانوية الاحادية الأساس لثلاثة أنواع من أنابيب النانو التي ترد هنا أمثلة منها. وأورد سانشيز فالنسيا[3] وزملاؤه طريقة لتحضير مجموعة متنوعة من الأنابيب الذراعية تسمي (6،6)، إذ بدأوا ببذور جزيئية على سطح بلاتيني محفز. تتشكل الأنابيب كنوع واحد، دون اختلاط بأي أنابيب نانوية متعرجة، أو غير انطباقية.

تعتبر طريقة سانشيز فالنسيا وزملاؤه الوحيدة حاليًا التي تسمح بالتنبؤ والسيطرة علي عدم انطباق الأنابيب النانوية الأحادية. تمكّن نهج آخر ـ وَرَدَ هذا العام[8] ـ من إنتاج أنابيب نانوية أحادية (12،6) نقية بنسبة 92% باستخدم سبائك صلب محفِّزة، ولكن دون تحديد نوع الأنابيب النامية مسبقًا. ربما مكَّنت الحرارة المنخفضة نسبيًّا (500 درجة مئوية) التي استخدمها سانشيز فالنسيا وزملاؤه من الحفاظ على تعيين نوع الأنبوبة، إذ تؤدي التقلبات الطفيفة في درجة حرارة النمو ـ عند ارتفاع درجات الحرارة ـ إلى تغيرات في مؤشرات عدم الانطباق على طول الأنبوبة[9].

من الممكن أن يرى البعض أن الحاجة إلى عشر خطوات لتركيب البذور عضويًّا تعوق هذا النهج الجديد، لكن الأمر ليس كذلك. إذا اعتبرنا أن مولًا واحدًا من البذور يحوي 6×10^{23} من الجزيئات –أي ما يعادل 1.2 كجم من المادة– فهي كمية يمكن لأي شركة كيميائية تصنيعها بسهولة. وإذا كان الأمر كما أظهره سانشيز فالنسيا، من أن 50% من البذور تتخذ الأشكال المطلوبة عند النمو علي السطح البلاتيني، فمن الممكن الحصول على أكثر من خمسة أطنان من الأنابيب النانوية الأحادية بطول 10 ميكرومترات من مول واحد من البذور. ومع ذلك.. تظل هناك تحديات أخرى. تُولِّد الطريقة الجديدة أنابيب نانوية عموديًّا على سطح النمو، كشعيرات نسيج السجادة. يقلل هذا من تشابك الأنابيب النانوية، لكنها تظل قادرة على التحزم عند وصولها إلى أطوال معينة. تتطلب الكثير من التطبيقات فك هذا التحزم لاحقًا باستخدم مذيبات أو بإحاطتها ببوليمرات. هذا.. والمساحة السطحية التي تغطيها الأنابيب باستخدم طرق النمو التقليدية في حدود 1% (المرجع 10)، وبالتالي فإن حوالي 30 كم^2 من سطوح البلاتين ستكون مطلوبة لكل كجم من البذور باستخدم طريقة سانشيز فالنسيا وزملائه، مع الكثافة السطحية نفسها، وذلك بافتراض أن نصف البذور سينمو. لا يزال رص الأنابيب النانوية في مصفوفات بدقة إحدى العقبات في طريق تطوير الكثير من الأجهزة. ويبقى أخيرًا أن نرى إذا كان بالإمكان عمل بذور جزيئية تتحكم انتقائيًّا في عدم انطباق أنابيب نانوية أخرى، أم لا.

لا شك أن أبحاث سانشيز فالنسيا وزملائه تمثل إنجازًا عبقريًّا في مجال تصنيع SWCNTs، غير أنه مما يدعو للتواضع ـ بالنسبة إلى هؤلاء الذين عملوا في هذا المجال لعقدين من الزمان ـ أن يروا أن النمو الانتقائي لتلك التركيبات الضئيلة استغرق كل هذا الوقت، لكن من المريح أن نراه قد تَحَقَّق الآن بشكل مؤكَّد. ■

جيمس إم. تور يعمل بأقسام الكيمياء وعلوم المواد وهندسة النانو، وبمعهد سمولّي لعلوم وتقنيات النانو، بجامعة رايس، هيوستن، تكساس 77005، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: tour@rice.edu

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

1. Kitiyanan, B., Alvarez, W. E., Harwell, J. H. & Resasco, D. E. *Chem. Phys. Lett.* **317,** 497–503 (2000).
2. Bachillo, S. M. *et al. Science* **298,** 2361–2366 (2002).
3. Sanchez-Valencia, J. R. *et al. Nature* **512,** 61–64 (2014).
4. Dresselhaus, M. S., Dresselhaus, G. & Eklund, P. C. in *Science of Fullerenes and Carbon Nanotubes* (Academic, 1996).
5. Matsuda, Y., Tahir-Kheli, J. & Goddard, W. A. III *J. Phys. Chem. Lett.* **1,** 2946–2950 (2010).
6. Hároz, E. H. *et al. Nanoscale* **5,** 1411–1439 (2013).
7. Fort, E. H. & Scott, L. T. *J. Mater. Chem.* **21,** 1373–1381 (2011).
8. Yang, F. *et al. Nature* **510,** 522–524 (2014).
9. Doorn, S. K. *et al. Phys. Rev. Lett.* **94,** 016802 (2005).
10. Pint, C. L., Xu, Y.-Q., Pasquali, M. & Hauge, R. H. *ACS Nano* **2,** 1871–1878 (2008).

صحة الحيوان

السبيل إلى السيطرة على السُّلّ البقري

يشير نموذج لانتقال وانتشار السلّ البقري في بريطانيا إلى أن السيطرة على الوباء ستتطلب ذبح أعداد هائلة من المواشي، أو إعادة تفكير جذرية باستراتيجيات سيطرة متضافرة

روبي ماكدونالد

يمثل السلّ البقري مشكلة اقتصادية واجتماعية ضخمة في بريطانيا، فتدابير الرقابة تكلف دافعي الضرائب حوالي 100 مليون جنيه إسترليني (170 مليون دولار) سنويًّا. وتعتبر السيطرة عليه إشكالية من الناحية التقنية، ومثيرة للجدل من الناحية السياسية، بسبب تورط الغُرَير البرّي في استمرار العدوى وانتقالها[1]. فالغرير محبوب ومكروه بالتناوب في المجتمع البريطاني[2]، ولاستبعاد الغرير نتائج إيجابية وسلبية معقدة على أمراض المواشي[3-5]. في العدد الصادر في العاشر من يوليو الماضي من الدورية العالمية *Nature*، تصف بروكس-بولوك وزملاؤها[6] نموذجًا ديناميكيًّا لانتقال السلّ البقري ضمن المزارع وفيما بينها بطريقة غير مسبوقة من حيث الحجم والواقعية والنهج. وبمواجهة مشكلة السلّ البقري، فقد قدموا فكرة بنَّاءة، ولكن مؤلمة، لإمكانيات السيطرة على هذا المرض المزمن.

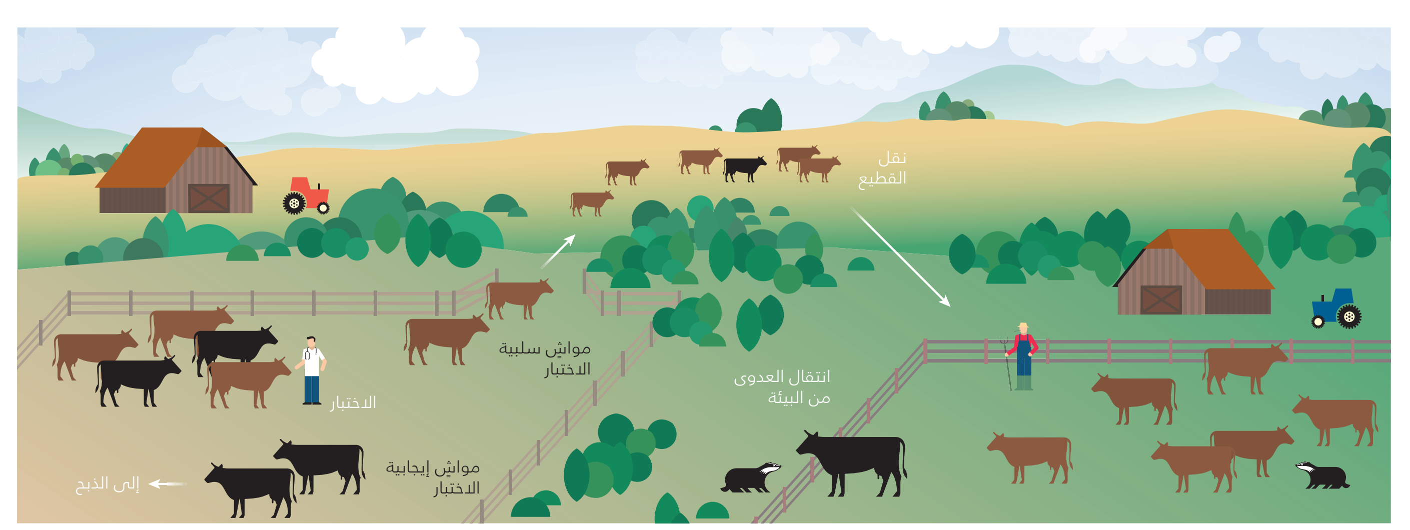
قدَّمت بروكس-بولوك وزملاؤها نموذجًا لكامل قطعان الأبقار الوطنية، باستخدام سجلات الحركات اليومية لـ30,000 رأس من الماشية بين المزارع، والبروتوكولات الحقيقية لاختبارات مرض السلّ البقري (bTB) وضوابط الحركة. كان النهج الذي اتبعوه مكثفًا حسابيًّا، إذ أقرّ بعدم اليقين، واستخدم الأدلة الواقعية لإصابات السلّ البقري في قطعان الماشية وأعداد المواشي المصابة من أجل "الهندسة العكسية" لمعاملات الانتقال التي يمكنها أن تسبب حدوث الوباء المراقَب (الشكل 1).

وعمد الباحثون أيضًا إلى نقد بروتوكولات اختبار الماشية التي تعتمد على اختبار الجلد مع ميل معروف لإخطاء النتائج الإيجابية الصحيحة[7]. وقد سلطوا الضوء على حقيقة أنّ تحرّي الإصابة الذي يمكن الاعتماد عليه في قطيع ما يعتمد على وجود عدة إصابات بالعدوى، وأن هناك احتمالًا كبيرًا لتخلّف الحيوانات المصابة عن القطيع، بحيث تشكل مصدرًا لحدوث حالات جديدة من العدوى. وهكذا، فإن تطهير القطعان من العدوى يُعَدّ إشكالية كبيرة جدًّا. ومع ذلك.. عملت بروكس-بولوك وزملاؤها ضمن هذا القيد التشخيص عن طريق التمييز بين قطعان مصابة، وأخرى كُشف وجود العدوى فيها؛ مما أتاح لهم وضع نموذج لعواقب إصابات الماشية المسهو عنها ونقلها. كما أجْرَوا تقييمًا لأهمية العدوى من البيئة المحلية، وتشمل الانتقال المباشر من الحياة البرية (الغرير بشكل رئيسي)، والتعرض غير المباشر للتلوث البيئي الحادث بسبب الماشية والحياة البرية، أو إحداهما.

يكشف هذا النموذج أن حركة الحيوانات المصابة كانت مسؤولة عن 84% من المزارع المصابة حديثًا، وأن هناك ميلًا شديدًا واضحًا نحو عدد قليل من المزارع لا يتعدى 10%، تتميز ببيع عديد من الحيوانات، لاعتبارها مصدرًا لكل الحالات الثانوية تقريبًا. وبالمثل، يبدو أن عددًا قليلًا من المزارع هو المسؤول عن نشر الإصابة عن طريق البيئة. لذا.. فإن النتيجة الرئيسة لهذه الدراسة هي أن نسبة صغيرة من المزارع ربما كانت تقوم بدور الناشر الفائق لعدوى السلّ البقري.

توزَّعت أسباب حوادث العدوى في القطيع بالتساوي على ثلاث عمليات رئيسة، هي: إدخال حيوان مصاب بالعدوى؛ انتقال العدوى من البيئة المحلية، متضمنة الحياة البرية؛ وتخلّف حيوان مصاب عن الركب بعد اختبار وذبح الحيوانات التي كانت نتيجة اختبارها إيجابية. لم يكن أي من هذه الأسباب مهيمنًا، لذا لم تكن المفاجأة كبيرة عندما جرّب الباحثون علاجات السيطرة المحتملة في نموذجهم، ووجدوا أن الاستراتيجيات المنفردة المنفصلة غير فعالة عمومًا في التحقق من توسع هذا الوباء.

وواقع الأمر أنّ واحدًا فقط من العلاجات العشرة –ذبح القطيع بأكمله عند الكشف عن وجود السلّ البقري– كان فعّالًا في وضع كافة المؤشرات الوبائية تحت الخطّ الأساسي بكثير. يشير النموذج إلى أن هذا العلاج من الممكن أن يؤدي، في السنة التالية لتطبيقه، إلى تخفيضات جذرية في عدد المواشي التي تبدي نتيجة إيجابية لاختبار السلّ البقري، وإلى رفع القيود المفروضة على الكثير من رؤوس المواشي في القطيع الوطني، إلا أن هذه هي ذاتها الرصاصة التي ستلحق ضررًا شديدًا بالصناعة المعتمِدة على المواشي، لأنها ستأتي على حساب زيادة أعداد المواشي المذبوحة 20 ضعفًا مرة واحدة في السنة الأولى من تطبيق هذه السياسة. إن ثمنًا كهذا يذكرنا بحجم الكارثة التي عانت منها بريطانيا عام 2001 إثر السيطرة على مرض الحمى القلاعية، وسيجلب الرعب ـ على الأرجح ـ لصانعي السياسات والمزارعين ونشطاء رعاية الحيوان على حد سواء. ومع وجودهم بمواجهة مسار الوباء الحالي، يرى



الشكل 1 | انتشار السلّ البقري. تقدم بروكس-بولوك وزملاؤها[6] نموذجًا يؤشر العمليات المعقدة المشتركة في انتشار السلّ البقري في بريطانيا العظمى، ومن ضمنها حركة القطعان، واختبارات القطعان (المتضمنة لمشاكل التشخيص الحالية التي تخطئ الحالات الإيجابية الحقيقية)، والتعرض للبيئة، واستراتيجيات التحكم في القطعان والحياة البرية. ومن بين اكتشافات أخرى، يشير النموذج إلى أن قلة من المزارع تعمل كناشر فائق للعدوى، وأنه من غير المرجّح أن تسهم السيطرة على مجموعات الغرير في الحَدّ من زيادة الوباء الحالي.

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

المؤلفون أنه قد يكون من الحكمة التفكير بطريقة لمقارنة خطورة المرض بقسوة حل الذبح واسع النطاق، وآثار ذلك لعقود مقبلة.

كشف النموذج أيضًا أن اختبار المرة الواحدة لقطعان الأبقار الوطنية قد يحقق النجاح في تخفيف جميع تدابير المرض بعد 3–4 سنوات لاحقة. تم تنفيذ هذا العلاج في ويلز بين عامي 2008 و2009، وتتوافق توقعات النموذج مع الملاحظات المبدئية الحالية من تراجع السلّ البقري في ويلز. كما يتنبأ هذا النموذج أن تحسن إجراء اختبار المواشي سيساعد على تخفيف القيود على التجارة، ولكن مقابل استبعاد أعداد أكبر من المواشي، وأن تطعيم المواشي يقدم بعض التوقعات المشجعة، وإن لم تكن على المستوى المتوقع المعتاد لحملات التطعيم واسعة النطاق. وعلى عكس ما يأمله أنصار رواد إعدام الغرير في إنجلترا في الوقت الحالي، فقد تبيّن من خلال النموذج أن الانخفاض الشامل لجميع مصادر انتقال العدوى البيئية بنسبة 50%، والمحاكاة الناجحة لإعدام أو تطعيم الغرير، كان تأثيرها ضئيلًا على أية تدابير ذات صلة بأمراض الماشية، وفشلت في منع التزايد المستمر للوباء.

يقدم لنا إذن نهج النمذجة المعقد الذي اتبعته بروكس-بولوك وزملاؤها رسالتين بسيطتين: الأولى، أن الضوابط العامة المباشرة المفروضة على الماشية توفّر أكبر تأثير للعمل على الكتلة الحالية لوباء السلّ البقري؛ والثانية، أنه رغم أن البيئة مصدر مهم للعدوى، فإن معالجة أمراض الماشية بطريقة غير مباشرة من خلال التلاعب بالحياة البرية، بأي وسيلة كانت، ستسفر على الأرجح عن نتائج متواضعة، وستسهم قليلًا من الناحية الحيوية في السيطرة على الوباء الوطني.

رغم أن عملهم مقنع، إلا أنه لم يكتمل. كثيرًا ما يتحدث صناع السياسة عن استخدامهم لـ"مجموعة من التدابير" و"كافة الوسائل المتاحة" للسيطرة على السلّ البقري، لا سيما فيما يتعلق بسياسات استبعاد الغرير المثيرة للجدل. وقد تسهم التدابير الموجهة إلى الحياة البرية في السيطرة على السلّ البقري في بريطانيا، ربما كجزء من إيجاد توافق في الآراء بين أصحاب المصلحة في الصراع، أو بشكل أهم، في الانتقال المنتظر من السيطرة على العدوى إلى القضاء عليها، ولكن بعد أن اتضح أن الاستراتيجيات الفردية، التي تخلو من وحشية إعدام كامل القطيع، لن تقلب الحالة الوبائية بسرعة، فإن لدى بروكس-بولوك وزملائها الآن فرصة مثالية لاستخدام نموذجهم لاختبار توقعات صناع القرار من مختلف لمجموعات التدابير المختلفة؛ لقياس جدواها الاقتصادية الإجمالية. إن الحكومات البريطانية ومجال الزراعة في حاجة ماسة إلى مثل هذه التوجيهات؛ لتأطير وتنفيذ استراتيجيتها الشاملة، ولإدارة التوقعات بين المجموعات المتنوعة من أصحاب المصالح. ■

روبي إيه. ماكدونالد من معهد البيئة والاستدامة، جامعة إكستر، بنرين، TR10 9FE، المملكة المتحدة.
البريد الإلكتروني: r.mcdonald@exeter.ac.uk
تويتر: @robbieamcdonald

1. Godfray, H. C. J. *et al. Proc. R. Soc. B* **280,** 20131634 (2013).
2. Cassidy, A. *Sociol. Rur.* **52,** 192–214 (2012).
3. Donnelly, C. A. *et al. Nature* **439,** 843–846 (2006).
4. Woodroffe, R. *et al. Proc. Natl Acad. Sci. USA* **103,** 14713–14717 (2006).
5. Bielby, J., Donnelly, C. A., Pope, L. C., Burke, T. & Woodroffe, R. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* http://dx.doi.org/10.1073/pnas.1401503111 (2014).
6. Brooks-Pollock, E., Roberts, G. O. & Keeling, M. J. *Nature* **511,** 228–231 (2014).
7. Conlan, A. J. K. *et al. PLoS Comput. Biol.* **8,** e1002730 (2012).

السرطان

إشارات خلوية مغلّفة بالسكر

إنّ الأغشية الخلوية مغلّفة ببروتينات مقترنة بالسكر. وتشير نتائج جديدة إلى أن الخصائص الفيزيائية لهذا التغليف ـ الأكثر وضوحًا في الخلايا السرطانية ـ تنظم بقاء الخلايا أثناء انتشار الورم.

أندرو إيوالد، وميكالا إيجبلاد

يعمل غشاء الخلية كسطح بينيّ مرسل للإشارات يمكّن الخلايا من تبادل المعلومات مع الوسط المحيط بها، وهو مركّب من الدهون ويحتوي على بروتينات عبر غشائية وبروتينات مربوطة بالدهون، التي يمكن تعديلها من خلال الإضافة التساهمية للسكريات لبناء البروتينات السكّرية. كثيرًا ما تحتوي الخلايا السرطانية على مستويات أعلى من البروتينات السكرية، مثل الميوسين-1 (المراجع 1–3)، مقارنة بالخلايا السليمة، ويمكن للبروتينات السكرية المنفردة تنبيغ الإشارات البيئية التي تعزّز خباثة السرطان بشكل مباشر. إلا إن البروتينات السكرية تنتظم أيضًا بشكل جماعي في كنان سكري. في العدد الصادر في السابع عشر من شهر يوليو الماضي من دورية *Nature* الدولية، أوضّح باشِك وزملاؤه[4] كيف تنظم الخصائص الفيزيائية لهذا الغطاء مجموعات مستقبِلات السطح الخلوي، وتؤثر بالتالي على الإشارات داخل الخلايا بطرق يمكنها الإسهام في النقيلة السرطانية.

أوضح الباحثون أن سُمْك الكنان السكري هو أحد المحددات الحاسمة للملامح الزمانية والمكانية للتفاعلات بين الرابطة والمستقبِلات. ووجدوا تحديدًا أن الكنان السكري السميك للخلايا السرطانية يخدم بمثابة "فخ حركي"، مشكّلًا مناطق على سطح الخلية ترتفع فيها احتمالية تفاعلات الرابطة والمستقبِلات، مما يؤدي إلى تجمع المستقبِلات (الشكل 1). تُعتَبَر الإنتجرينات (Integrins)، وهي مستقبِلات عبر غشائية تربط بروتينات النسيج خارج الخلايا (ECM)، المترجم والمكمِّل الرئيس لكل من التركيبة البيوكيميائية والخواص الميكانيكية للفضاء خارج الخلايا[5,6]. وقد كشف باشِك وزملاؤه أن الخلايا ذات الكنان السكري السميك أكثر كفاءة في تلقي إشارات بقاء الخلية على قيد الحياة عن طريق الإنتجرينات. ويرجع هذا لخصائص الفخ الحركي للكنان السكري. قد يسهل هذا الأمر من الانتشار النقيلي عن طريق تمكين الخلايا السرطانية من البقاء في الأنسجة المختلفة وأوساط السوائل التي يجب أن تعبرها لاستعمار الأعضاء البعيدة.

للتفريق بين خصائص إرسال الإشارات للبروتينات السكرية المنفردة من التوالي الأكثر عمومية لكنان سكري ضخم، استحدث الباحثون سلسلة من البوليمرات السكرية التخليقية لمحاكاة الخصائص الفيزيائية للبروتينات السكرية مختلفة الأحجام، ثم اختبروا كيف أثرت البوليمرات السكرية التي برزت في الفضاء خارج الخلايا بمقدار 3 نانومترات، أو 30 نانومترًا، أو 80 نانومترًا على نظام إرسال الإشارات بواسطة الإنتجرين، الذي أُورِدَ[7] أن طوله يبلغ حوالي 20 نانومترًا. أدت البوليمرات السكرية الطويلة (80 نانومترًا) إلى توسيع متوسط الفجوة بين غشاء الخلية والنسيج خارج الخلايا، وأنقصت، كما كان متوقعًا من نماذج حسابية سابقة، المعدل العام لارتباط الإنتجرين بالنسيج خارج الخلايا. حدثت تفاعلات جديدة بين الإنتجرين والنسيج خارج الخلايا بشكل تفضيلي قرب مواقع الارتباط القائمة، مما أدى تباعًا لزيادة التجمع البؤري للإنتجرينات على سطح الخلية (الشكل 1). وقد استبعدت البوليمرات السكرية الطويلة من هذه التجمعات. على النقيض، لم تؤثر البوليمرات السكرية التخليقية ذات الطول المتوسط والقصير على تجمّع الإنتجرين، حتى عند وجودها بكثافات مرتفعة عند السطح.

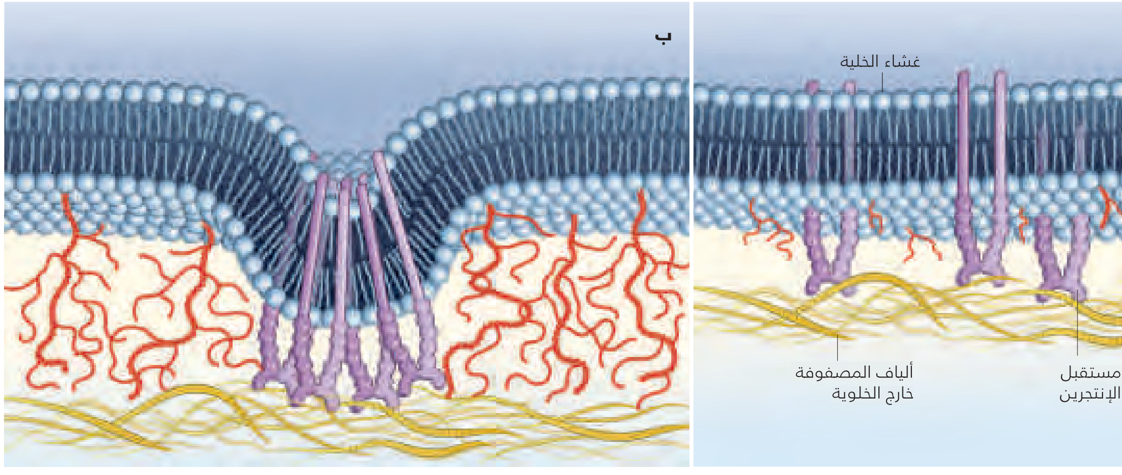
بعدئذ، عمد الباحثون إلى تقييم تأثيرات البروتين السكري الطبيعي ميوسين-1 (Muc1)، والذي تكون كميته الخلوية أكثر بـ10 إلى 100 مرة في العديد من أنواع السرطان[1-3] ويمتد حوالي 200 نانومتر أو أكثر من سطح الخلية. وكما هي حال البوليمرات السكرية التخليقية الطويلة، أدَّى التعبير عن ميوسين-1 إلى توسيع الفجوة بين الخلية والنسيج خارج الخلايا، ورفع إجمالي الالتصاق بينهما، وعزّز حجم تجمعات الإنتجرين. وكما تنبأ نموذج الفخ الحركي، نادرًا ما دخل الإنتجرين المرتبط بالمصفوفة إلى المناطق التي يشغلها ميوسين-1. لم يكن أي من هذه التأثيرات بحاجة لذيل الميوسين-1 الهيولي المتمكن من إصدار الإشارة، مما يكشف دورًا رئيسًا للخصائص الفيزيائية للقسم خارج الخلايا من البروتين السكري.

إنّ إرسال الإشارات المعتمد على الإنتجرين إلى النسيج الخلوي مهم لكثير من الخطوات في النقيلة السرطانية، والتي تشمل هجرة الخلايا السرطانية من الوَرَم الرئيس عبر النسيج خارج الخلايا، ودخولها في الجملة الوعائية الدموية، والبقاء في الدورة الدموية، والالتصاق بجدار الوعاء الدموي، والخروج من الجملة الوعائية الدموية، ثم الهجرة إلى الأعضاء البعيدة والتكاثر التوسعي فيها[6]. تعزّز البروتينات السكرية الضخمة التفاعل الثابت بين الخلايا السرطانية والنسيج خارج الخلايا، عن طريق إنقاص معدل ارتباط الإنتجرين وتعزيز التجمع في مواقع الالتصاق القائمة.

ربما لا يكون هذا الثبات هو الأمثل لتنقل الالتصاقات الضرورية للهجرة السريعة. ولكن، لتتمكن الخلايا السرطانية من الانتقال، لا يتعين عليها فقط الانتشار من الوَرَم الرئيس إلى العضو الثانوي، بل البقاء على قيد الحياة أيضًا في العديد من البيئات الدقيقة المختلفة التي تتنقل عبرها. يلعب الإنتجرين دورًا رئيسًا في بقاء الخلية على قيد الحياة[6]، بالإضافة إلى هجرة الخلية. تبدأ الخلايا الطبيعية عملية موت الخلية المبرمج عندما تفتقر إلى ربط الإنتجرين المناسب، وبالتالي فإن ارتباط النسيج خارج الخلايا والإنتجرين يمثل آلية لحفظ الخلايا في المكان الصحيح في الجسم. أظهر باشِك وزملاؤه أن البروتينات السكرية الضخمة تخفض عتبة الكمية الكافية من ارتباط الإنتجرين للبقاء على قيد الحياة والتكاثر. هذا التأثير يتطلب إرسال إشارات عن طريق مسارات MEK و PI3K وFAK داخل الخلايا. كما أظهروا أيضًا أن المجال الهيولي للميوسين-1 يمكن الاستغناء عنه في تأثيره على بقاء الخلية، مما يدعم فكرة أن الخصائص الفيزيائية للكنان السكري تؤثر على إشارات الخلايا.

يؤسِّس هذا البحث المثير إطارَ مفاهيمي جديد للوظيفة الحيوية للبروتينات السكرية لسطح الخلية. وبمعزل عن خصائصها الكيميائية الحيوية، وبالإضافة إليها، تؤثر

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



الشكل 1 | التجمع من أجل البقاء. أ، أظهر باشِك وزملاؤه[4] أن الخلايا التي تحتوي على بوليمرات سكرية تخليقية قصيرة (تقلد الخصائص الفيزيائية للبروتينات السكرية)، والمرتبطة بغشائها الخلوي، تبدي فجوة ضيقة بين الغشاء والنسيج خارج الخلايا (ECM)، وتوزعًا متسقًا نسبيًّا للبوليمرات السكرية والإنتجرينات في الغشاء. **ب،** على النقيض، يؤدي وجود البوليمرات السكرية التخليقية الطويلة، أو البروتين السكري الطبيعي ميوسين-1 (غير مبين هنا)، لتوسيع الفجوة بين الغشاء والنسيج خارج الخلايا، وتجمع الإنتجرينات، وانحناء الغشاء، واستبعاد البوليمرات السكرية من مناطق التصاق الإنتجرين، وانحناء الغشاء. هذه التأثيرات الفيزيائية تغير الإشارات الخلوية عبر مسارات MEK وPI3K و FAK، مما يؤدي إلى تعزيز بقاء الخلية.

المكونات الضخمة للكنان السكري عمليًّا على التنظيم المكاني لمستقبِلات الإنتجرين، وبالتالي على نشاطها. ومن المرجح أن تكون هذه التأثيرات مألوفة للمستقبِلات الأخرى في سطح الخلية، والتي ينظّمها تجمع المستقبِلات أو التفاعل بين الجزيئات ذات الصلة. لذا.. سيكون مثيرًا للاهتمام تقييم كيف ينظم الكنان السكري المسارات الرئيسة الأخرى للإشارات. إننا نتوقع أن يتباين سُمْك الكنان السكري الأمثل الداعم للجوانب المختلفة من سلوك الخلايا السرطانية، بما فيها الغزو، والانتشار الوعائي، والاستعمار النقيلي. والسؤال عن كيف تكيِّف الخلايا السرطانية الكنان السكري الخاص بها ليلائم تنوع الأوساط المحيطة بها أثناء انتقالها، يظل سؤالًا مفتوحًا مثيرًا. ■

أندرو جيه. إيوالد يعمل بقسم بيولوجيا الخلية وعلم الأورام، كلية الطب، جامعة جونز هوبكنز، بالتيمور، ميريلاند 21218، الولايات المتحدة الأمريكية. **ميكالا إيجبلاد** تعمل بمركز السرطان، مختبر كولد سبرينج هاربر، كولد سبرينج هاربر، نيويورك 11724، الولايات المتحدة الأمريكية.
البريد الإلكتروني: egeblad@cshl.edu

1. Horm, T. M. & Schroeder, J. A. *Cell Adhes. Migrat.* **7,** 187–198 (2013).
2. Hakomori, S. *Cancer Res.* **56,** 5309–5318 (1996).
3. Hollingsworth, M. A. & Swanson, B. J. *Nature Rev. Cancer* **4,** 45–60 (2004).
4. Paszek, M. J. *et al. Nature* **511,** 319–325 (2014).
5. Hynes, R. O. & Naba, A. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* **4,** a004903 (2012).
6. Hood, J. D. & Cheresh, D. A. *Nature Rev. Cancer* **2,** 91–100 (2002).
7. Campbell, I. D. & Humphries, M. J. *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* **3,** a004994 (2011).
8. Paszek, M. J., Boettiger, D., Weaver, V. M. & Hammer, D. A. *PLoS Comput. Biol.* **5,** e1000604 (2009).

علم المناخ

تخزين الكربون البارد

تبعث البحيرات التي تتشكل من ذوبان الأراضي الصقيعية كميات معتبرة من الغازات الدفيئة إلى الغلاف الجوي. اتضح أيضًا أنه من الممكن تخزين كميات كبيرة من الكربون في الرسوبيات الموجودة في قيعان البحيرات.

سباستيان سوبيك

تحتوي التربة المتجمدة في القطب الشمالي على ضعفي مقدار الكربون الذي يوجد على هيئة ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي[1]. في حالة حدوث أسوأ السيناريوهات، فإن الاحترار العالمي سيذيب هذه الأراضي الصقيعية ويطلق الكربون الذي تم تخزينه لفترة طويلة، ويجعله متاحًا للميكروبات التي ستقوم بتفكيكه إلى الغازين الدفيئَين، ثاني أكسيد الكربون أو الميثان[2،3]. ستؤدي هذه العملية إلى رفع درجة حرارة الغلاف الجوي، وهو ما سيسرع بدوره من ذوبان الأراضي الصقيعية، غير أن هذا السيناريو الأسوأ ليس هو الأكثر ترجيحًا بأي حال من الأحوال. ففي العدد الصادر في 24 من شهر يوليو الماضي من دورية *Nature* الدولية، أورد وولتر أنطوني وزملاؤه[4] أن البحيرات التي تكونت في الأراضي الصقيعية قبل آلاف السنين راكمت كميات مهولة من بقايا النباتات في الرسوبيات في قيعانها، تقوم بدور مصبٍّ ضخم للكربون، له أثر مبرِّد للمناخ.

إنّ ذوبان الأراضي الصقيعية ليس بالأمر الجديد. ففي أثناء أحدث العصور الجليدية، لم تكن المساحات الأكبر من سيبيريا وألاسكا مغطاة بالجليد، بل كانت مغطاة بتربة الأراضي الصقيعية التي تعرف باسم يدوما[5]، والتي وصل سمكها إلى 90 مترًا، وتكونت حينما تراكم الغبار الذي عصفت به الرياح في تلك المناطق ثم تجمد. بدأت اليدوما في الذوبان قبل 15000 عام مضت مع بدء احترار المناخ، وذابت كتل الثلج الضخمة التي كانت بداخلها إلى بحيرات (تعرف باسم بحيرات الكارست الحراري). ومع تعرية مياه الذوبان للتربة، أطلقت كميات كبيرة من الكربون القديم ثم فَكَّكَتْه الميكروبات المائية، مما أدى لإطلاق انبعاثات ضخمة من غاز الميثان - تمت ملاحظة هذه العملية في بحيرات الذوبان الموجودة في الوقت الحالي[2]. وعند الأخذ في الاعتبار أن التغير المناخي السريع أدَّى في الماضي بصورة جزئية إلى إطلاق الكربون[6]، فإن الاحتمالات المستقبلية تبدو مثيرة للقلق.

ورغم ما سبق، إلا أن البحيرات دائمًا ما تقوم بدور مصادر ومصبات الكربون. ورغم انبعاث ثاني أكسيد الكربون والميثان إلى الهواء، فإن الجسيمات الغاطسة تكوّن رسوبيات في قيعان البحيرات وتدفن تباعًا الكربون. هذه العملية مفهومة بصورة جيدة، كما أنها تحدث بصورة مماثلة في المحيطات. غير أن معظم الدراسات التي أجريت على توازن الكربون في البحيرات، بما فيها بحيرات الذوبان، ركزت على انبعاثات الغازات الدفيئة - وربما كان السبب في ذلك أن صلة انبعاثات الغازات بالتغير المناخي أوضح من صلة الطين به.

استخدم وولتر أنطوني وزملاؤه المِعْولَ لحفر رسوبيات بحيرات الذوبان في سيبيريا لعمق 20 مترًا (الشكل 1). وتمكنوا من الحفر إلى هذه المسافة بسبب مرور بحيرات الذوبان بالسلسلة المعتادة من الأطوار المختلفة: ما إنْ تكونت مياه الذوبان، حتى استمرت في تعرية التربة المتجمدة، إلى أن انفتحت قناة جانبية أو أخرى تحت الأرض لتقوم بتصريف المياه من أحواض البحيرة. تعرضت الرسوبيات إلى هواء القطب الشمالي البارد بصورة مفاجئة وتجمدت، لتكوِّن نوعا من تربة الأراضي الصقيعية، تُعرف باسم ألاس. وَجَدَ المؤلفون أن الكربون تراكم بمعدلات عالية في بحيرات الذوبان التي تكونت بعد أحدث العصور الجليدية. وعلى أساس الملاحظات التي أجريت لبحيرات الذوبان الموجودة في الوقت الحالي، استدل المؤلفون على أن المستويات المرتفعة من المغذيات التي وفرها ذوبان الأراضي الصقيعية عزز من نمو النباتات المائية كالحزاز والسعادي، كما استنتجوا أن مستويات الأكسجين التي تقارب الصفر ودرجات الحرارة المنخفضة في مياه



الشكل 1 | بحيرات الكارست الحراري في سيبيريا. أورد وولتر أنطوني وزملاؤه[4] وجود مَصَبّات معتبرة للكربون في الرسوبيات المتشكِّلة في قاع البحيرات التي تكوّنت من ذوبان الأراضي الصقيعية.

القاع ثبطت من تفكيك الميكروبات لبقايا النباتية المتراكمة.

خلص وولتر أنطوني وزملاؤه، من حسابهم لانبعاثات الغازات ولدفن الكربون في الزمن الماضي، إلى أن بحيرات الذوبان كانت مصدرًا كبيرًا للميثان قبل 15000 عام، إلا أنها تحولات لمَصَبَّات كربون قبل 5000 عام. ويمكن أن نلخص هذا السلوك على مدى الـ15000 عام الماضية، بالقول إنه على ما يبدو قامت بحيرات الذوبان بدفن كميات من الكربون تزيد عن تلك التي أطلقتها إلى الغلاف الجوي. ويقدر الباحثون أن هذا الدفن المهول أدَّى إلى أن يشكل كربون ألاس ثلث مخزون الكربون الذي يوجد اليوم في الأراضي الصقيعية في المنطقة التي تكون فيها تربة يدوما هي النوع السائد من التربة.

يُعَدّ الكشف عن مصب رئيسي للكربون في منطقة كان يعتقد أنها تشكل خطرًا على التغير المناخي إنجازًا مشهودًا، إلا أنه غنيّ عن القول إن مقدار عدم اليقين كبير في حسابات المؤلفين التي أجريت على زمن طويل مضى. والتباينات الكبيرة في انبعاثات الغاز على امتداد المكان والزمان[7،8] تصعِّب من مهمة التعميم، حتى بالنسبة إلى البحيرات الموجودة في الوقت الحالي التي تمت دراستها بصورة جيدة، فتقدير الانبعاثات الغازية للخمسة عشر ألف عام الماضية ينبني بالضرورة على عدد كبير من الافتراضات.

على سبيل المثال، قد يؤدي تغيُّر الظروف الجوية إلى تغيير نسبة ثاني أكسيد الكربون والميثان التي يتم إنتاجها، كما أنه قد يؤدي أيضًا إلى تغيير الدرجة التي يؤكسَد بها الميثان إلى ثاني أكسيد الكربون بواسطة الميكروبات المائية، الأمر الذي يؤثر على تقديرات الأثر المناخي لانبعاث الغاز. أيضًا، لا تعد بقايا النباتات المتراكمة مصبًّا للكربون إلا حين تستخدم النباتات ثاني أكسيد الكربون الجوي لنموها، غير أن التفكيك المكثف لليدوما في بحيرات الذوبان ربما كان مصدر إمداد النباتات النامية بثاني أكسيد الكربون المشتق من اليدوما - كمية هذا الإمداد تظل غير معروفة بدقة. وبغض النظر عن مواضع عدم اليقين هذه وغيرها مما ذكره المؤلفون، يضيف بحث وولتر أنطوني وزملائه طبقة إضافية إلى تصوُّرنا عن مناظر الأراضي الصقيعية، كما يبين بوضوح أن الخلاصات التي تم التوصل إليها بشأن حسابات الكربون في النظام البيئي ـ التي تعتمد على تبادل الغاز الجوي فقط ـ هي خلاصات مضلِّلة[9،10].

والسؤال الآن: هل يدحض هذا البحث فكرة الإطلاق الضخم الذي يتسبب فيه الاحترار من بحيرات الذوبان؟ بالقطع لا. تكشف حساباتِ المؤلفين عن حدوث نبضة انبعاث ميثان قوية عند تشكُّل بحيرة الذوبان؛ مما أدى إلى تأثير احترار مناخي استمر إلى بضعة آلاف من السنين. وحتى إذا أمكن لدفن الكربون الرسوبي في بحيرات الذوبان الموجودة حاليًا أن يخفف - أو يعوِّض - من انبعاث الغاز على المدى الطويل، فإن انتظار التأثير المبرد سيستغرق وقتًا يزيد عما يمكننا تَحَمُّله، إذا ما أردنا أن نتفادى الآثار الجدية للتغير المناخي. وستعتمد احتمالية حدوث إطلاق ضخم للكربون لا على المناخ فحسب، بل وعلى قابلية كربون ألاس للتفكك إبان الذوبان أيضًا: وإذا كنا غير محظوظين، فإن كربون ألاس سيتفكك بمعدلات عالية شبيهة بتلك المعدلات التي سجلت لكربون يدوما[11]، إلا أن المعلومات عن هذا الأمر شحيحة[5،12]. ونحتاج لسد الفجوات الرئيسة في فهمنا للديناميكيات المعقدة لمناظر الأراضي الصقيعية، إذا ما أردنا التنبؤ بتأثيرات التغير المناخي على مخزونات الكربون المهولة هذه. ■

سباستيان سوبيك يعمل في قسم البيئة وعلوم الوراثة، وعلم المياه العذبة في جامعة أوبسالا، 75236 أوبسالا، السويد.
البريد الإلكتروني: sebastian.sobek@ebc.uu.se

1. Tarnocai, C. *et al. Glob. Biogeochem. Cycles* **23,** GB2023; http://dx.doi.org/10.1029/2008gb003327 (2009).
2. Walter, K. M., Zimov, S. A., Chanton, J. P., Verbyla, D. & Chapin, F. S. *Nature* **443,** 71–75 (2006).
3. Schuur, E. A. G. *et al. Nature* **459,** 556–559 (2009).
4. Walter Anthony, K. M. *et al.* **511,** 452–456 (2014).
5. Zimov, S. A. *et al. Geophys. Res. Lett.* **33,** L20502; http://dx.doi.org/10.1029/2006gl027484 (2006).
6. Walter, K. M., Edwards, M. E., Grosse, G., Zimov, S. A. & Chapin, F. S. III *Science* **318,** 633–636 (2007).
7. Rantakari, M. & Kortelainen, P. *Glob. Change Biol.* **11,** 1368–1380 (2005).
8. Bastviken, D., Cole, J., Pace, M. & Tranvik, L. *Glob. Biogeochem. Cycles* **18,** GB4009; http://dx.doi.org/10.1029/2004GB002238 (2004).
9. Ciais, P. *et al. Biogeosciences* **5,** 1259–1271 (2008).
10. Mendonça, R. *et al. Nature Geosci.* **5,** 838–840 (2012).
11. Vonk, J. E. *et al. Geophys. Res. Lett.* **40,** 2689–2693 (2013).
12. Knoblauch, C., Beer, C., Sosnin, A., Wagner, D. & Pfeiffer, E.-M. *Glob. Change Biol.* **19,** 1160–1172 (2013).



CHRIS LINDER/VISUALS UNLIMITED/GETTY

خمسون عامًا مضت

أسهَم دكتور جي. بي. ميز في الأعوام الأخيرة بدرجة كبيرة في فهمنا للمشكلات المعقدة لجرائم الشباب، وبالأخص في بحثه الذي نشر في عام 1959. والأطروحة الرئيسة في بحثه هي أنه "يمكن اعتبار المجتمع ذاته ـ في بعض الجوانب ـ مصدرًا للجريمة، ومشاركًا الى درجة كبيرة في الانحراف الذي يحدث به"، إلا أن الأمر غير الاعتيادي هو الدرجة التي يحاول بها د. ميز أن يثبت أن "السلوك الإجرامي ينشأ بصورة طبيعية من الشؤون اليومية العادية التي نشارك بها جميعًا". وقد تَحَتَّم على د. ميز أن يَعتمِد بصورة رئيسة على تجاربه الخاصة كقائد لنادي للشباب، وعلى الأبحاث التي أجراها على الأولاد المشاركين في نادي الشباب ذوي الصلة به. والسؤال المثير للاهتمام هو: هل كان هؤلاء الأولاد أنفسهم ليرتكبوا الجرائم لو أنهم وُلدوا وترعرعوا في جزء آخر من بريطانيا؟

من *Nature* بتاريخ 11 يوليو 1964

مئة عام مضت

استلمنا نسخة من تقرير عن تطوُّر النظام المتري، قدَّمها د. جويلوم في المؤتمر العام الخامس عن الأوزان والمقاييس، الذي عُقد في باريس في أكتوبر الماضي. تَمّ تخصيص قسم للتشريعات ذات الصلة بالنظام المتري في عديد من البلدان التي أصدرت في الفترة التي تَلَت المؤتمر العام الرابع. وأثناء الأعوام الستة الماضية تَمّ اعتماد النظام المتري بصورة إلزامية في عدد من البلدان، أبرزها الدنمارك، وسيام، والكونجو البلجيكية، وبعض دول أمريكا الوسطى. يعتقد د. جويلوم أن المعارضين لتَبَنِّي هذا النظام في بريطانيا العظمى والولايات المتحدة الأمريكية قد بالغوا بشدة في تحديد الصعوبات التي تعترض طريق هذه العملية.

من *Nature* بتاريخ 9 يوليو 1914

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية



حيث تنمو المعرفة



غلاف عدد 10 يوليو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 10 يوليو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الأعصاب

دور البروتين Cntnap4 في الانتقال العصبي

تشير دلائل متزايدة إلى اختلال وظيفي في نقاط الاشتباك العصبي في الاضطرابات النفسية، مع العديد من البروتينات المتورطة في الاختلال الوظيفي للخلية الاستثارية. ويبيِّن جورد فيشل وزملاؤه أن البروتين الموجود قبل المشبك Cntnap4 في الفأر ضروري للتطور الطبيعي والوظيفي للخلايا المثبِطة الإيجابية للبارفالبومين في القشرة. ومن المفارقات أن يزيد فقدان البروتين Cntnap4 أيضًا من إفراز الدوبامين في النواة المُتَّكِئَة. وتتعكس هذه العيوب بالعجز السلوكي النمطي والحسي-الحركي، التي يمكن عكسها باستخدام العقاقير الصيدلانية.

Cntnap4 differentially contributes to GABAergic and dopaminergic synaptic transmission

T Karayannis *et al*

doi:10.1038/nature13248

الهندسة المعماريّة لثقْب مُستقبِل NMDA

الجلوتامات هي الناقل العصبي الاستثاري الرئيس في الجهاز العصبي المركزي، وتعمل على مستقبِلات الجلوتامات شارِديّة التأثير والتحول. تعمل مستقبِلات الجلوتامات شاردية التأثير من خلال فتح القناة الأيونية عبر الغشاء عند الارتباط بالجلوتامات. وقد أورد إريك جواو وزملاؤه البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لمستقبِل GluN1–GluN2B N-methyl-d-aspartate (NMDA)، وهو مركب متغاير رباعي القسيمات، يتألف من الجلايسين المقيّد لوحيدة GluN1، والجلوتامات المقيدة لوحيدة GluN2. يفتح تنشيط المستقبل قناة ذات نفاذ للكالسيوم وانتقاء للأيونات الموجبة؛ مما تسبب في مزيد من الاستقطاب في غشاء الخلية وتدفق الكالسيوم. تمّ الحصول على بِنْيَة هذا البروتين الغشائي في مركب مع مثبط تفارغي Ro25-6981، ومانع القنوات MK-801، ومع اثنين من الناهضات المحفزات الجزيئة. والبِنْيَة العامة لهذا البروتين الغشائي تشبه فطر عيش الغراب، مع وحيدات GluN1 وGluN2B مرتبة -في مثنويات، بطريقة 1-2-1-2.

NMDA receptor structures reveal subunit arrangement and pore architecture

C Lee *et al*

doi:10.1038/nature13548

تحليل لِوَرَم دماغي نادر

لا يُعرف سوى القليل نسبيًّا عن أورام الخلية الجرثومية داخل الجمجمة (IGCTs)، وهي الأورام النادرة التي تؤثر على المراهقين الذكور بشكل أساسي، ومعظمهم في آسيا. وباستخدام فك تتابعات الإكسوم، وفك تتابعات المستهدف العميق ومصفوفة تعدُّد أشكال النوكليوتيدات المفردة SNP، فَحَص الباحثون 62 مريضًا بورم الخلية الجرثومية داخل الجمجمة، وحدَّدوا طفرات متكررة في مسارات الإشارات KIT/RAS وAKT/ mTOR، وكذلك متغيرات نادرة في الخط الجرثومي في JMJD1C، وهو إنزيم نازعة ميثيل الهيستون، ومنشط مشارك لمستقبِل الإندروجين. وتقترح هذه الدراسة استراتيجيات علاجية محتمَلة واعدة مع التركيز على تثبيط تفعيل KIT/RAS ومسار AKT1/mTOR.

Novel somatic and germline mutations in intracranial germ cell tumours

L Wang *et al*

doi:10.1038/nature13296

الجيوفيزياء

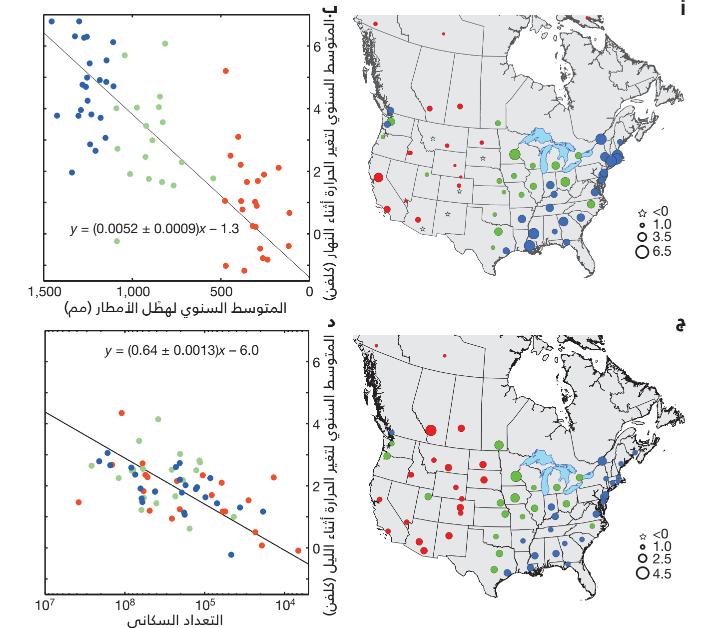
لماذا يكون الجو أكثر احترارًا في المدن؟

ترتفع درجة حرارة المدينة عادةً بدرجات قليلة عن المناطق الريفية المحيطة بها. ويتم تفسير هذا عادة كنتيجة لانخفاض معدل التبريد التبخري بالمناطق الحضرية. يستخدم هنا شيوهوي لي وزملاؤه النمذجة المناخية ليُبيِّنوا أنه بالنسبة للمدن في جميع أنحاء أمريكا الشمالية، يتباين تأثير جزيرة حرارة الحضر النهارية مع كفاءة النقل الحراري التياري بين سطح اليابسة والغلاف الجوي المنخفض. يتباين تأثير النقل الحراري التياري مع النظام المناخي، مما يتسبب في احترار حضري ملموس بالمناخات الرطبة، وبرودة بالمناخات الجافة. تلعب الديناميكا الهوائية دورًا في ذلك. وإذا كانت المناطق الحضرية أكثر تجانسًا من حيث ديناميكيّتها الهوائية من المناطق الريفية المحيطة، فإن التبدُّد الحراري الحضري سيكون أقل كفاءة؛ ويحدث الاحترار. يعني التأثير الصحي للموجات الحرارية أن التخفيف من حدة تأثير جزيرة الحرارة قد يكون ذا نفع. ويرى الباحثون أن مفسدات الديناميكية الهوائية ـ زيادة على نطاق المدينة في ارتفاع المباني، على سبيل المثال ـ قد تكون غير عملية، ولكن الجهود المبذولة لمحاولة الارتقاع بوضاءة المناطق الحضرية، من خلال تركيب السقوف العاكسة ـ على سبيل المثال ـ قد تكون جديرة بالمتابعة.

Strong contributions of local background climate to urban heat islands

L Zhao *et al*

doi:10.1038/nature13462



الشكل أسفله | تأثيرات هَطْل الأمطار وتعداد السكان على المتوسط السنوي لشدة حرارة الجزيرة الحضرية (UHI) المشتقة من مقياس كثافة الطاقة الإشعاعية الطيفي متوسط دقة التصوير (MODIS). أ، الخريطة النهارية للجزيرة الحرارية الحضرية UHI (المبينة بالكلفن برمز النوع/الحجم). **ب**، اعتماد الجزيرة الحرارية الحضرية UHI النهارية على هَطْل الأمطار (r = 0.74، P<0.001). **ج**، الخريطة الليلية للجزيرة الحرارية الحضرية. **د**، اعتماد الجزيرة الحرارية الحضرية على التعداد (r = 0.54، P<0.001). يدل الأحمر والأخضر والأزرق على المدن ذات المتوسط السنوي لهَطْل الأمطار التي تقل عن 500 مم، والتي بين 500 و1,100 مم وما فوق 1,100 مم على التوالي. تتناسب الخطوط الدالة على الانحدار الخطي بـ (**ب**) و(**د**) مع البيانات. المؤشر المتاخم لميل المنحدر يعبِّر عن فترة الثقة التي تبلغ 95%.

علم الأورام

الخلايا اللحميّة والمناعية في المرض

تركِّز هذه المراجعة على عملية التمثيل الغذائي لنوعين من الخلايا الموزَّعة على نطاق واسع في مجالات الصحة والسرطان والاضطرابات، مثل السكري، وزيادة نسبة الدهون بالدم، والسِّمنة، والمتلازمة الأيضيّة. فالنوع الأول من الخلايا هو الخلايا اللحمية (الخلايا البِطَانيّة والليفيّة على وجه التحديد)، التي تشكِّل خلايا دعم إطار النسيج الضام للاضطلاع بالمهام الخاصة بالأنسجة. أمّا النوع الثاني من الخلايا، فهو الخلايا المناعية (على وجه التحديد الخلايا التائية والبلعمية). وقد عَدَّدَ الباحثون أوجه التشابه والاختلاف في التمثيل الغذائي للخلايا اللحمية والخلايا المناعية، وقارنوا كليهما بالخلايا السرطانية. وبالإضافة إلى ذلك.. حدَّدوا الأمثلة التي توضح الإمكانات العلاجية للأيض المستهدَف في الخلايا اللحمية، والخلايا المناعية.

Metabolism of stromal and immune cells in health and disease
B Ghesquière *et al*
doi:10.1038/nature13312

علم الجينوم

رابط التحمُّل الداخلي لهَدْم التِّرِبْتُوفان

تَحَمُّل السَّم الداخلي هو جانب من جوانب المناعة الفطرية التي بها يقلل التعرض من قِبَل السم الداخلي البكتيري (أو عديد السكاريد الشحمي) من استجابة المضيف للتعرض لاحقًا. وعلى الرغم من تجدُّد الاهتمام بهذا الشأن مؤخرًا، فلا تزال الآليات الكامنة غير مفهومة. ويبين هذا البحث أن تطور تحمُّل السم الداخلي يعتمد على الأيض الهَدْمِي للتِّرِبْتُوفان من خلال الانخراط المتتابع للإنزيمات الأيضية إندول أمين 2، 3 ثنائ الأكسيجيناز1 (IDO1) والتِّرِبْتُوفان 2، 3 ثنائ الأكسيجيناز (TDO2). وهذا يؤدي إلى إنتاج كينورينين، الذي ينشِّط مستقبل هيدروكربون الأريل AhR. يتم التحكم في تحدي السم الداخلي الأساسي عن طريق مستقبِل هيدروكربون الأريل AhR والتِّرِبْتُوفان 2، 3 ثنائ الأكسيجيناز (TDO2) وإنترلوكين، في حين يتطلب التحمُّل المستمر مستقبِل هيدروكربون الأريل AhR وإندول امين 2، 3 ثنائ الأكسيجيناز1 (IDO1) والسيتوكين TGF-β، مما يسمح بالتخلص من المُمْرِض مع قليل من الباثولوجيا المناعية.

Aryl hydrocarbon receptor control of a disease tolerance defence pathway
A Bessede *et al*
doi:10.1038/nature13323

البيولوجيا الجزيئية

مقارنة أنواع الخلايا الجذعية

تقارن هذه الدراسة التوقيعات النَّسْجِيّة، وغير الجينية، والجينية المتميزة للخلايا الجذعية متعددة القدرات البشرية التي ينتجها نقل نواة الخلية الجسدية (SCNT) مع الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات (iPS) التي تنتجها إعادة البرمجة بواسطة عامل النسخ. فقد تم إنتاج النوعين من المجموعة نفسها من الخلايا المانِحة الجسدية؛ لضمان التطابق الوراثي. والخلايا الجذعية الجنينية المشتقة من نقل نواة الخلية الجسدية، والخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات التي تتضمن اختلافات في عدد النسخ الجديدة قابلة للمقارنة. والتشوهات التي وردت سابقًا ـ أنماط مثيلة الحامض النووي المتبقية مماثلة للخلايا الجسدية الأبوية ـ لوحظت كما كان متوقعًا في الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات، لكنْ ليس في الخلايا المشتقة من نقل نواة الخلية الجسدية. يشير هذا إلى أن الخلايا الجسدية البشرية يمكن برمجتها بإخلاص لتعدُّد القدرات بواسطة نقل نواة الخلية الجسدية، وبالتالي قد تكون أكثر ملاءمةً من الخلايا الجذعية المستحثة متعددة القدرات لاستخدامها في علاجات الاستبدال الخلوي.

Abnormalities in human pluripotent cells due to reprogramming mechanisms
H Ma *et al*
doi:10.1038/nature13551

استبعاد قواعد "ريبو" من الحمض النووي

إنّ إنزيمات بوليميراز الحمض النووي عُرضة للقواعد المندمجة بشكل خاطئ مع شاردة خاطئة من السكر، باستخدام إنزيمات أحادي الفوسفات (مونوفوسفاتاز) (rNMPs)، بدلًا من مكافئ "ديوكسي". وإذا تُركت في الحمض النووي، فإن مثل هذه

أ

عبر التحركات
عبر البيئة الإقليمية
التكرار (%)
عدد الحالات الثانوية
100
10
1
0.1
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10+

ب

%1 العدوى المفقودة فقط
%1
%13 التحركات فقط
%2
%40 الثلاثة جميعا
%28
%15 البيئة فقط

طب بيطري

الماشية هي الهدف الأساسي للسُّل

يشكل مرض السل البقري عبئا اقتصاديًّا كبيرًا على صناعة الماشية، لا سيما في المملكة المتحدة. ومحاولات السيطرة عليه، وخصوصًا من خلال استهداف الخزان البيئي لحيوانات الغرير، كانت مثيرة للجدل سياسيًّا، وفاشلة إلى حد كبير. وقد استخدمت إلين بروكس-بولوك، وجاريث روبرتس، ومات كيلينج حركة المزرعة وبيانات الإصابة بالسل البقري؛ لبناء نموذج ميكانيكي يمكنهم استخدامه لتفكيك العوامل المساهِمة في انتشار السل البقري، كل على حده. وعلى الرغم من أن الخزان البيئي مهم للعدوى على المدى القصير، فإنه ليس المحدِّد الأساسي للانتشار على المدى الطويل، وتحدث معظم فاشيات القطيع عن طريق عدة طرق انتقال للعدوى. وجد الباحثون أن تدابير المكافحة المكثفة التي تركِّز على الماشية من المحتمل أن تكون فعالة، وأن السيطرة على التجمعات السكانية للباعة المتجولين المحليين ليس من المرجح أن يكون لها تأثير كبير.

A dynamic model of bovine tuberculosis spread and control in Great Britain
E Brooks-Pollock *et al*
doi:10.1038/nature13529

الشكل أعلاه | الآليات الدافعة للانتقال. أ، توزيع التكرارات للمزارع المصابة التي تنتج عددًا معينًا من المزارع المصابة الثانوية (الحمراء، مولدة من خلال الحركات؛ الخضراء، مولدة من خلال البيئة الإقليمية المحلية)؛ ورسمت ملاحظة التكرار على مقياس لوغاريتمي. **ب**، الأسباب المتوقعة لانهيارات القطيع (HBDs) في عام 2010، حيث (تتوافق/ تتطابق) مساحة كل قسم مع النسبة التي يمكن أن تعزى إلى كل سبب (الأحمر، الحركات؛ الأخضر، البيئة الإقليمية المحلية، الأزرق، وتبقى الحيوانات المصابة في مزرعة بعد الاختبار). وعندما تتوفر أسباب متعددة؛ تظلل المنطقة بشكل مناسب.

الريبونوكليوتيدات ستسبِّب عدم استقرار الجينوم. وSrs2 هو إنزيم هيليكاز متعدد الوظائف، منخرِط في الاستجابة لتلف الحمض النووي. وهنا، حددت هانا كلاين وزملاؤها دورًا لم يكن معروفًا سابقًا لـSrs2، يُسَهِّل إزالة إنزيمات أحادي الفوسفات (مونوفوسفاتاز) (rNMPs) التي أُدْرِجَت بشكل غير لائق في الحمض النووي. وفي غياب إنزيم ريبونوكلياز H2، وهو الإنزيم الذي يتعرف على rNMPs، ويبدأ في إزالته من الحمض النووي المزدوج، الذي يتم تطفيره في متلازمة أيكاردي جوتييره Aicardi–Goutières، تتعزز إزالة rNMP عن طريق مجموعة معقدة من Srs2، ونوكلياز Exo1.

Avoidance of ribonucleotide-induced mutations by RNase H2 and Srs2-Exo1 mechanisms

C Potenski *et al*

doi:10.1038/nature13292

فسيولوجيا النبات الجزيئية

نشوء الأنواع الجديدة من خلال النمو معًا

إنّ التطعيم أمر شائع يحدث في الطبيعة، ومألوف كوسيلة لمعالجة النباتات والأشجار؛ لاستخدامها في الزراعة والبستنة. وهنا، أثبت رالف بوك وزملاؤه أن الجينوم النووي بأكمله يمكن نقله عبر وَصْل الطُّعْم من نبات إلى نبات. وفي تجارب التطعيم بين شجرة التبغ *Nicotiana glauca* وتبغ السجائر *N. tabacum* (الأنواع الخشبية والعشبية على التوالي)، يمكن أن يؤدي النقل الأفقي للجينوم النووي إلى تشكيل أنواع جديدة متعددة الصبغيات *Nicotiana tabauca*. وهذا مثال على تغاير الصيغ الصبغية المتعدِّد، وهو مزيج للجينومات من نوعين مختلفين، أسهَم في الابتكار التطوري، والتكيف، ونشوء الأنواع، وتدجين أنواع جديدة. ويُعتقد أنه يحدث من خلال أحداث التهجين بين الأنواع، مصحوبًا أو متبوعًا بتضاعف الجينوم، ولكن هذا العمل يُظْهِر أنه يمكن أن يحدث أيضًا من خلال آلية غير جنسية متاحة بسهولة، كأداة محتمَلة لتحسين المحاصيل.

Horizontal genome transfer as an asexual path to the formation of new species

I Fuentes *et al*

doi:10.1038/nature13291

علم المواد

شاشات العرض اللونيّة المكوَّنة من غشاء رقيق

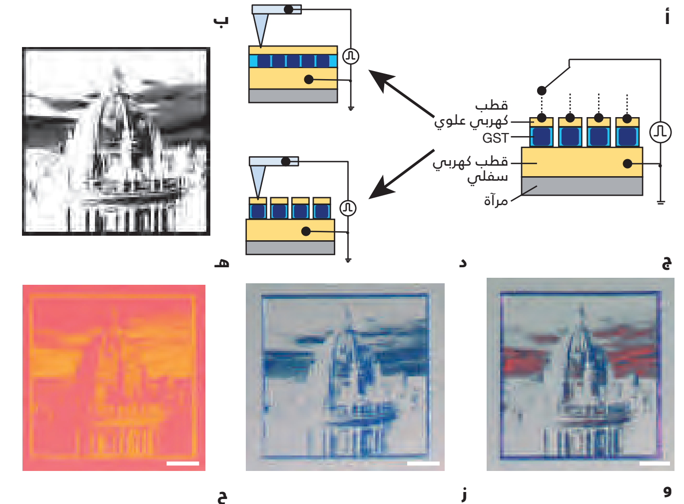
وُجِدَ لمواد التغير الطَّوْرِي ـ كسبيكة الجرمانيوم-الأنتيمون-التيليريوم (GST) ـ استخدامٌ عملي واسع بوسائط التخزين البصري، كأقراص الفيديو الرقمية المدمجة DVDs القابلة لإعادة الكتابة. وفُحِصت مؤخرًا مثل تلك المواد كمواد مرشحة للجيل التالي للذاكرات غير المتطايرة المُدارَة كهربيًّا. وينظر هاريش باسكاران وزملاؤه الآن في إمكانية دمج كلٍّ من التحكم البصري والكهربي بأغشية التغير الطَّوْرِي فائقة الرقة. وقد أظهروا أولًا أنه يمكن تحقيق تغيرات مستقرة للألوان بالأغشية الرقيقة لسبيكة الجرمانيوم-الأنتيمون-التيليريوم، والمُضِيّ قُدُمًا لتسليط الضوء على نطاق من التطبيقات الممكنة، كشاشات العرض المرنة والشفافة. يقدم العمل نوعًا جديدًا من الإطار البصري الإلكتروني. وفي حين أنّ العمل ما زال في مرحلة مبكرة، إلّا أنه يقدّم وعدًا مُبْهِرًا للتطبيقات التكنولوجية.

An optoelectronic framework enabled by low-dimensional phase-change films

P Hosseini *et al*

doi:10.1038/nature13487

الشكل أسفله | أغشية شاشات عرض عاكسة. أ، مخطط توضيحي للتغيرات اللونية المستحثة كهربيًّا بشاشات العرض الإلكترونية القائمة على التغير الطَّوْرِيّ. **ب،** استخدمت الصورة الأصلية (تدرُّجات الرمادي) لكاميرا رادكليف بأكسفورد كمعيار. **ج،** صورة مشيدة كهربيًّا على هيكل تخزين ITO/GST/ITO/Pt متصلة بفاصل أكسيد قصدير وإنديوم سُمْكه 50 نانومترًا؛ حيث المناطق البيضاء هي مناطق يكون فيها الطور غير متبلر. لم تتم إضافة تباين صناعي بمرحلة ما بعد الإنتاج. **(د)** تم استنساخ النمط مرة أخرى كهربيًّا على هياكل تخزين متنوعة بفاصل من أكسيد القصدير والإنديوم بسُمْك 70 نانومترًا. **(هـ)** وسمك 18 نانومترًا. قضبان المقياس تبلغ 10 ميكرومترات، وتبين الدقة البالغة التي تستطيع شاشات العرض تلك بلوغها. **و،** استخدمت الصورة الأصلية لشعار جامعة أكسفورد كنمط مختلف. **ز،** صورة مهيكلة كهربيًّا على بنية تخزين من النوع ITO/GST/ ITO/Pt بفاصل سُمْكه 70 نانومترًا، حيث المناطق الزرقاء هي مناطق تحوُّل الطور. **ح،** للتحقق من فعالية نهج الغشاء الشامل نقلنا مجموعة ليثوجرافية كهربيًّا بدقة تعريف 300 نانومتر X 300 نانومتر بكسل (درجة 200 نانومتر) على بنية تخزين عمودية معيارية بفاصل من النوع ITO سُمْكه 50 نانومترًا؛ والتباين البصري ذو وضوح لافت للنظر، مما يؤكد تجريبيًّا على أن المجموعة المبكسلة تم تقريبها بطريقة جيدة من خلال المنحدر التوصيلي لمجهر القوة الذرية المُخَلَّق.






علوم الأرض والمحيطات

مصادر الحديد بشمال المحيط الأطلسي

يُحِدّ مدى توافر الحديد من نمو العوالق النباتية في جميع أنحاء المحيطات، ليقوم بدور مفتاح التأثير على دورة الكربون العالمية، والاستجابة المحيطة للمناخ المتغير، لكنْ تظل هناك شكوك كبيرة فيما يتعلق بالأهمية النسبية لمختلف مصادر الحديد، بما في ذلك الغبار الذي تثيره الرياح، والفتحات الحرارية المائية. تعرض تلك الورقة البحثية مسحًا شاملًا مرتفع الدقة لنِسَب نظير الحديد المستقر الذائب في مياه البحر، وتركيزات الحديد بشمال المحيط الأطلسي. يبرز غبار الهباء الجوي بالصحراء الكبرى كأنه المصدر المهيمن للحديد المتحلل على طول المقطع، مع رواسب وفتحات حرارية مهمة أيضًا. قد تكون لتغيرات تلك المصادر عبر الزمن آثارٌ واسعة النطاق على دورة الكربون العالمية.

Quantification of dissolved iron sources to the North Atlantic Ocean

T Conway *et al*

doi:10.1038/nature13482

الفيزياء النظرية

مقياس السرعة الكَمّي

تحدِّد السرعة التي تتقدم بها المعلومات بالأنظمة الكمية متعددة الأجسام السلوكَ العام لتلك الأنظمة. ويمكن فهْم الديناميكيات جيدًا، ويمكن حسابها بطريقة مباشرة نسبيًّا، إذا كانت التفاعلات بين مكونات المنظومة موجزة المدى. وما يحدث عند وجود تفاعلات طويلة المدى هو الأقل وضوحًا. والآن، تم استخدام مجموعتي سيطرة رائعتين توفرها أيونات ذَرِّيَّة محصورة للاستكشاف التجريبي لكيفية تأثير مدى التفاعل على التطور الزمني للأنظمة الكمية عديدة الأجسام.

Non-local propagation of correlations in quantum systems with long-range interactions

P Richerme *et al*

doi:10.1038/nature13450

Quasiparticle engineering and entanglement propagation in a quantum many-body system

P Jurcevic *et al*

doi:10.1038/nature13461

علم نفس

أغلبية واعية من أجل المستقبل

غالبًا ما يُرَجَّح التعاون بالألعاب الاقتصادية التجريبية، بسبب الإجراءات التي يمكن أن تكون متبادلة، ولكن تلك السمات لا تكون مساعِدَة في واحد من أهم أنواع التعاون، وهو التعاون مع أجيال المستقبل الذين لا يستطيعون الرد بالمثل، إذا امتنعنا عن الإفراط في استغلال مواردهم. ولاختبار الظروف التي يمكن للتعاون مع المستقبل أن يحدث فيها، طَوَّر أوليفر هاوسر وآخرون نموذجًا مختبريا للتعاون ـ لعبة السلع المشتركة بين الأجيال (IGG) ـ يختلف عن الألعاب السابقة في أنّ الأنانية تخلق خسائر الكفاءة الاجتماعية لأعضاء المجتمع. وتؤثر الأنانية سلبيًّا على المجموعات اللاحقة. وتبرهن التجارب التي تنطوي على أكثر من 2,000 من الموضوعات أنه عند اتخاذ القرارات فيما يخص استخراج الموارد الطبيعية بشكل فردي، سيتم استنفاد الموارد بسرعة من قِبَل المنشقين، ولكن عندما يضطر المشاركون إلى التصويت على الكيفية التي ينبغي أن تُستغل بها الموارد، فإنها تُستغل بشكل مستدام عبر الأجيال.

Cooperating with the future

O Hauser *et al*

doi:10.1038/nature13530

علم الأمراض

عامِل النَّسْخ SOX2، وسرطان الجلد

في نموذج لفأر مصاب بسرطان الجلد، بَرْهَن سيدريك بلانبين وزملاؤه على وجود دور أساسي لعامل النسخ SOX2 في بدء وتطور أورام الجلد. لا يتم التعبير عن عامل النسخ SOX2 بالجلد الطبيعي، ولكنه يظهر في مرحلة مبكرة من تشكيل الأورام. ويمكن منْع بدء الورم بحذف جينات *Sox2*. وبالإضافة إلى ذلك.. تعمل الخلايا المعبرة عن جين SOX2 كخلايا نشْر للورم عند زرع الأعضاء، في حين أن إزالة الخلايا الإيجابية لعامل النسخ SOX2 من الأورام الثابتة تؤدي إلى الانحدار. ويبدو أن SOX2 قادر على الإسهام في بدء الورم وتقدُّمه من خلال تنظيم الجينات المسؤولة عن وظائف السرطان مباشرة، مثل التجذع stemness والانتشار، والبقاء على قيد الحياة، والغزو.

SOX2 controls tumour initiation and cancer stem-cell functions in squamous-cell carcinoma

S Boumahdi *et al*

doi:10.1038/nature13305



غلاف عدد 17 يوليو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 17 يوليو من دوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الكواكب

رحلة إلى مركز المشترى

دراسة سلوك المادة تحت ظروف ضغط مفرط أمرٌ ضروري لتوصيف الحالة الداخلية للكواكب العملاقة، كالمشترى، وكواكب عديدة بالمنظومة الشمسية الخارجية. تُزاوِل منشأة الإشعال الوطنية (NIF) بمختبر لورانس ليفرمور الوطني بكاليفورنيا الفيزياءَ الفلكية المختبرية بانضغاط غير ارتجاجي، يصل إلى 50 مليون ضغط جوي. حقَّق ريموند سميث وزملاؤه بالعمل مع منشأة الإشعال الوطنية عند درجات حرارة أقل من تلك المستخدَمة بتجارب الاندماج معيارًا تجريبيًّا جديدًا في تكرار الظروف بأعماق الكواكب العملاقة، حيث وصفوا خصائص الكربون المنضغط إلى كثافة غير مسبوقة تصل إلى 12 جم لكل سم-3. وفضلًا عن توفير البيانات المهمة لمحاكاة الخصائص الكوكبية الداخلية، توفر تلك النتائج بعضًا من أكثر الاختبارات التجريبية مباشَرَةً للنظريات الإحصائية الكَمِّيَّة التي طُورت بالفترة المبكرة للميكانيكا الكَمِّيَّة. على الغلاف، المناطق الداخلية لغرفة الهدف الخاصة بمنشأة الإشعال الوطنية؛ الجسم الكبير الداخل إلى غرفة الهدف من اليمين هو مُثبِّت الهدف، حيث تم تركيب هدف يقع في النطاق السنتيمِتري.

Ramp compression of diamond to five terapascals

R Smith *et al*

doi:10.1038/nature13526

حدود القشرة والوشاح الصخري

أمضى مسبار داون ـ التابع لـ"ناسا" ـ أكثر من عام بمدار حول الكويكب فيستا 4. وتسهم البيانات المنقولة الناتجة في إعادة تقييم طبيعة الكواكب المصغَّرة بالنظام الشمسي. وقد فحص هارولد كلينين وزملاؤه بذلك التحليل الدلائلَ المتوفرة على العمق المحتمَل لموهو Moho ـ الانتقال من القشرة إلى الوشاح الصخري ـ على فيستا. استخلص الباحثون من البيانات على مواد فيستا السطحية ـ المتوفرة من خلال داون، جنبًا إلى جنب مع نمذجة التصادمات ـ أن موهو فيستا أعمق من 80 كم. ويعني هذا العمق لموهو وشاحًا صخريًّا أرقّ مما كان متوقَّعًا من قبل.

A deep crust–mantle boundary in the asteroid 4Vesta

H Clenet *et al*

doi:10.1038/nature13499

الشكل أسفله | الهياكل الداخلية المحتملة لفيستا. أ، النموذج التقليدي للتصفيف الداخلي لفيستا، الناتج من تبلور المحيط الصهاري، يفترض ـ على وجه العموم ـ أن تكون القشرة بسُمْك[7] حوالي 40 كم. **ب**، سيناريو قشرة النيازك الإيوكريتية eucritic crust المقحمة بواسطة الصخور الجوفية الصهارية plutons التي تؤدي إلى قشرة[24] أكثر سُمْكًا. يمكن للصخور الجوفية الصهارية الديوجينية أن تمتلك طبقات ثرية محليًّا بالزبرجد الزيتوني. يبلغ عمق اللب 160 كم (مرجع 29).

علم الحيوان

نشوء الأنواع من خلال النمو المنفصل

يُعَدّ سَمَك أبو شوكة ثلاثي الشوكات نظامًا تقليديًّا لدراسة التباين البيئي ونشوء الأنواع. يخضع هنا زوج متواطن sympatric من الأنواع التي تباينت نسبيًّا في الآونة الأخيرة إلى تحليل جيني للصفات المسؤولة عن أساس التباين. ووجد الباحثون أن معظم الاختلافات بين الأنواع القاعية (التي تستمد غذاءها من قاع البحيرة) والأنواع المتعلِّقة بالمياه العذبة (التي تستمد غذاءها من المياه السطحية) تنتج عن التأثير المتراكم لجينات عديدة. لذلك.. يميل التهجين إلى أن يكون وسيطًا، وأن تنخفض كفاءة التغذية نتيجة لانعدام التطابق الوظيفي بين سمات البحث عن الطعام.

Genetics of ecological divergence during speciation

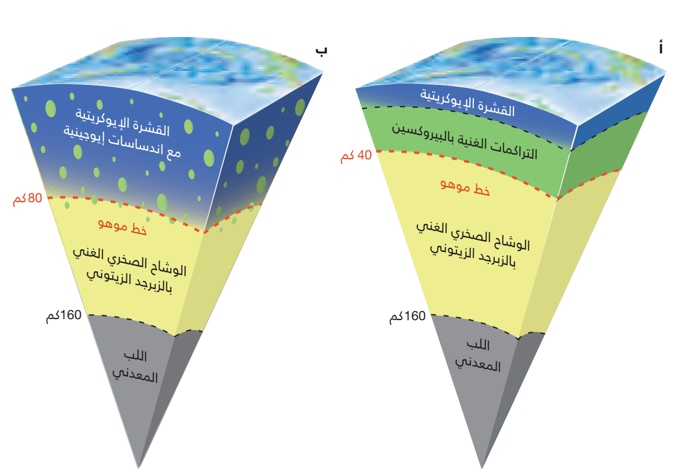
M Arnegard *et al*

doi:10.1038/nature13301

الطب الحيوي

دماء جديدة من خلال هندسة البيئة

وصف شاهين رافي وزملاؤه الطريقة التي تستخدم أربعةً من عوامل النسخ، بالإضافة إلى منصة بيئة ملائمة للأوعية الدموية الخالية من المصل مهندَسة، لإعادة برمجة الخلايا البطانية البشرية - التي تتكون من البطانة الداخلية للأوعية الدموية - كالخلايا المنتجة للدم مع نشاط خلايا السلف متعددة القدرات على المدى الطويل. وعندما تتم زراعة خلايا الدم المعاد برمجتها، الناتجة في نماذج الفئران، يمكن أن تنتشر، وتسكن وتغرس في نخاع العظام؛ لإعادة



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

تشكيل تكون الدم. وهذا النهج لتوليد الدم الذاتي لديه إمكانات إكلينيكية ممكنة لعلاج اضطرابات الدم الوراثية المكتسَبة.

Reprogramming human endothelial cells to haematopoietic cells requires vascular induction

V Sandler *et al*

doi:10.1038/nature13547

طب العيون/ هندسة أنسجة

جين *ABCB5* في تطور وإصلاح القَرْنِيَّة

تحافِظ الخلايا الجذعية الحوفية (LSCs) في ظهارة الحوفي القاعدية للعين على توازن الظهارة القرنية والتجدد. وفقدانها بسبب الإصابة أو المرض هو أحد الأسباب الأكثر شيوعًا للعمى. وقد حَدَّدَ بروس كساندير وزملاؤه وَاسِمًا – ناقل ABC، وهو *ABCB5* – مطلوبًا وظيفيًّا لصيانة الخلية الجذعية الحوفية، وتطور وإصلاح القرنية، ويمكن استخدامه لتحديد الخلايا الجذعية الحوفية في عيون الفأر والعيون البشرية. تشير تجارب زرع الخلايا الجذعية الحوفية إلى أنه من المحتمَل أن يكون لدى الخلايا المعبرة عن *ABCB5* إمكانات في علاج أمراض القرنية، وبخاصة عمى القرنية، بسبب نقص الخلايا الجذعية الحوفية. في دراسة منفصلة نُشرت مؤخرًا في دورية "Nature"، أَسَّسَ هونج أويانج وزملاؤه طريقة لزراعة الخلايا الجذعية الحوفية في وسطٍ خالٍ من التغذية، وبرهنوا على وجود دور لمحور تأشير -Wnt7a PAX6 في تحديد نسب القرنية، وتوفير هدف علاجي محتمَل لأمراض سطح القرنية.

***ABCB5* is a limbal stemcell gene required for corneal development and repair**

B Ksander *et al*

doi:10.1038/nature13426

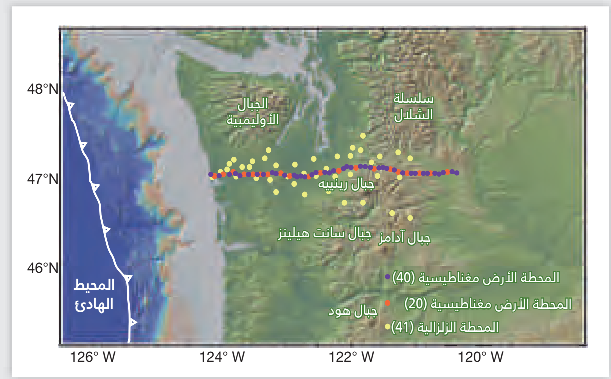
WNT7A وPAX6 في نشوء أمراض القرنية

تحافِظ الخلايا الجذعية الحوفية (LSCs) في ظهارة الحوفي القاعدية للعين على توازن الظهارة القرنية والتجدد. وفقدانها بسبب الإصابة أو المرض هو أحد الأسباب الأكثر شيوعًا للعمى. وقد أَسَّسَ هونج أويانج وزملاؤه طريقة لزراعة الخلايا الجذعية الحوفية في وسطٍ خالٍ من التغذية. وحدّدوا محور تأشير Wnt7a- PAX6 كأحد محددات نسب القرنية، التي توفر هدفًا علاجيًّا محتمَلًا في أمراض سطح القرنية. وتثبيط PAX6 في الخلايا الجذعية الظهارية للجلد يحوِّلها إلى خلايا شبيهة بالخلية الجذعية الحوفية، وزرع الخلايا التي أُعيد برمجتها في نموذج الأرنب، لإصابة القرنية، يمكنه إصلاح سطح القرنية التالفة. وفي دراسة منفصلة نُشرت مؤخرًا في دورية *Nature*، حدَّد بروس كساندير وزملاؤه وَاسِمًا ـ ناقل ABC، وهو *ABCB5* ـ مطلوبًا وظيفيًّا لصيانة الخلية الجذعية الحوفية وتطوُّر وإصلاح القرنية، ويمكن استخدامه لتحديد الخلايا الجذعية الحوفية في عيون الفأر والعيون البشرية. وتشير تجارب زرع الخلايا الجذعية الحوفية إلى أنه من المحتمَل أن يكون لدى الخلايا المعبرة عن *ABCB5* إمكانات في علاج أمراض القرنية، وبخاصة عمى القرنية بسبب نقص الخلايا الجذعية الحوفية.

WNT7A and PAX6 define corneal epithelium homeostasis and pathogenesis

H Ouyang *et al*

doi:10.1038/nature13465



الجيولوجيا/ الجيوفيزياء

سلوك المائع والصهارة عند منطقة الاندساس

تدمج تلك الدراسة بيانات أرض مغناطيسية مع سجلات زلزالية من الكثافة نفسها للمسح الشرقي-الغربي عبر وسط ولاية واشنطن؛ للحصول على صورة للمسار الكامل لحالة المصهور/المائع من القشرة المحيطة المنغرسة للسطح. يربط الباحثون الانعتاق المائعَ عند ـ أو بالقرب من ـ قمة الشريحة المنغرسة ونزوح الموائع إلى وتد الوشاح الصخري العلوي والانصهار بالوتد، وفي النهاية ينتقل طور المائع/المصهور إلى خزان بالقشرة أسفل بركان جبل رينييه النشط.

Pathway from subducting slab to surface for melt and fluids beneath Mount Rainier

R McGary *et al*

doi:10.1038/nature13493

الشكل أعلاه | تبين الخريطةُ المواقعَ المثبتة للمحطات الزلزالية والأرض_ مغناطيسية للمصفوفة الشّلّالية للنطاق الأرضي CAFE (نطاق عريض وفترة طويلة) عبر وسط ولاية واشنطن بالولايات المتحدة الأمريكية. تشير الأرقام بين القوسين إلى عدد المحطات لكل فئة. نطاق عرض WB، وفترة طويلة LP.

الوراثة

التباين الجيني في الإعاقة الذهنية

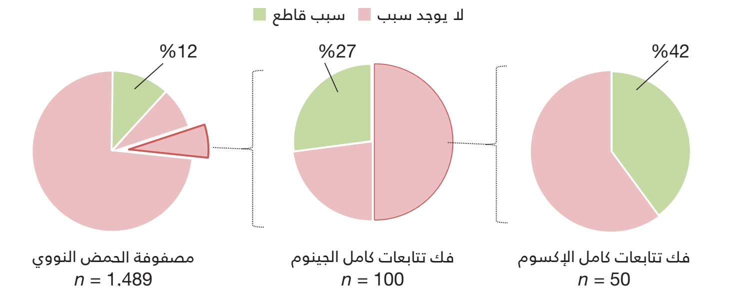
تَبَيَّنَ أن الإعاقة الذهنية قد تكون مرتبطة بالتباين الوراثي، ولكن الغالبية العظمى من الحالات تبقى غير مشخَّصَة. وتوضح هذه الدراسة استخدامًا كاملًا لفك تتابعات الجينوم؛ لتحديد التعديلات الوراثية في المرضى الذين يعانون من الإعاقة الذهنية الشديدة، الذين أظهرت جميع الاختبارات الأخرى لهم ـ بما في ذلك فك تتابعات المصفوفة والإكسوم ـ نتائج سلبية. أسفر فَكّ تتابعات الجينوم لخمسين من المرضى الذين يعانون من الإعاقة الذهنية الشديدة – والذين ليس لديهم تاريخ عائلي لهذه الحالة – عن تشخيص وراثي حاسم في 21 مريضًا. وتشير النتائج إلى أن الاختلافات الجديدة في عدد النسخ والاختلافات وحيدة النوكليوتيد تؤثر على منطقة الترميز، التي هي سبب أساسي للإعاقة الذهنية الشديدة.

Genome sequencing identifies major causes of severe intellectual disability

C Gilissen *et al*

doi:10.1038/nature13394

الشكل أسفله | تصميم الدراسة، والعائد التشخيصي للمرضى الذين يعانون من الإعاقة الذهنية الشديدة لكل تقنية. العائد التشخيصي للمرضى الذين يعانون الإعاقة الذهنية الشديدة (معدل الذكاء<50)، التي تحددها تقنية: مصفوفات الحمض النووي الدقيقة الجينومية، وفك تتابعات كامل الجينوم WES، وفك تتابعات كامل الإكسوم WGS. تشير النِّسَب إلى أن عدد المرضى الذين تم التعرف على سبب قاطع (لمرضهم) باستخدام تقنية محددة. يشير ما بين القوسين إلى مجموعة من المرضى الذين لم يتم التعرف على أي سبب وراثي (لمرضهم)، والذين تم تحليل أحماضهم النووية في وقت لاحق باستخدام التقنية التالية. يتم تحديث بيانات فك تتابعات كامل الجينوم بإذن من المرجع رقم 6 (انظر الطرق التكميلية).



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الهندسة الحيوية

غلاف واقٍ لخلايا الأورام

يتغير تكوين الكِنَان السكري الخلوي (جلايكوكالكس) ـ وهو طبقة بروتين سكري/ عديد السكاريد الذي يكسو سطح الخلية ـ مع الطبيعة المتغيرة لخلية من خلال عمليات مثل تمايز الأنسجة والمرض. جهّزت فاليري ويفر وزملاؤها لتعيين ما إذا كانت التغييرات في تكوين الكِنَان السكري تسهم في النمط الظاهري السرطان، أم لا. ووجدوا أن الكِنَان السكري الضخم هو سمة من سمات الخلايا السرطانية النقيلة، نتيجة لإنتاج بروتينات سكرية كبيرة. يتصيد الكِنَان السكري الضخم جزيئات التصاق البروتين السكري، التي تُسمى إنتجرينات، والتي بدورها تعزّز نظام التأشير الذي يحبذ بقاء الخلية والانتشار. كشفت الدراسات الإكلينيكية أنه يتم التعبير بوفرة عن بروتينات سكرية كبيرة في خلايا الورم المنتشرة من المرضى المصابين بسرطان الثدي العدواني. وتشير هذه النتائج إلى أن الكِنَان السكري ومكوناته الجزيئية أهداف جذابة للتدخلات العلاجية التي تهدف إلى تطبيع تأشير المستقبِل عبر الغشائي.

The cancer glycocalyx mechanically primes integrin-mediated growth and survival

M Paszek *et al*

doi:10.1038/nature13535

الطاقة المتجددة

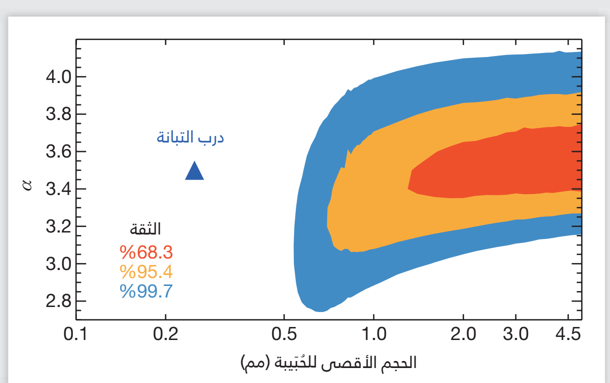
فقط أَضِف الملحَ لخلايا شمسية أرخص

تُعَدّ الخلايا الشمسية القائمة على تولوريد الكادميوم CdTe من بين النُّظُم الكهربائية الضوئية الأكثر فعالية من حيث التكلفة قيد الاستخدام الحالي، ولكنْ وفقًا لجوناثان ميجور وآخرون، ما زال هناك مُتَّسَع للتحسين. فهم يبيِّنون على وجه التحديد أنه من الممكن استبدال بديل رخيص وغير سام، وهو ثاني كلوريد الماغنسيوم MgCl2، بالملح المكلف وغير الصديق للبيئة، المحتوِي على الكادميوم (CdCl2)، الذي استُخدم طويلًا لـ"تفعيل" تولوريد الكادميوم CdTe أثناء المعالجة. لا يبدو أن هذا التغيير سيكون ضارًّا بالنسبة لأداء الجهاز، بل يُظهِر إمكانات كبيرة للحّد من تكاليف المعالجة والخطر البيئي.

A low-cost non-toxic post-growth activation step for CdTe solar cells

J Major *et al*

doi:10.1038/nature13435



الفيزياء/ الفَلَك

مصدر من السوبرنوفا لحُبَيْبَات الغبار الكبيرة

تم العثور على حبيبات الغبار عمليًّا في جميع أنحاء الكون، ويُعتبر ذلك أمرًا حاسمًا بالنسبة إلى التطور المَجَرّي، والتكوين الكوكبي، وكثير غير ذلك. ورغم ذلك.. لا يزال من غير الواضح من أين يأتي ذلك الغبار، وكيف يحافظ على وجوده في البيئات القاسية من المَجَرّات المُكَوِّنة للنجوم. وتشير الأبحاث الأخيرة إلى أنه ربما يكون الغبار قد تَكَوَّن بقايا سوبرنوفا، على الرغم من أن الرَّصْد اللاحق للسوبرنوفا الساطع SN 2010jl أثبت أن ذلك أمر غير محسوم. أبلغت كريستا جال وآخرون الآن عن رَصْد طيفي لـSN 2010jl يتَّسِق مع التَّكَوُّن السريع (40-240 يومًا) للغبار في وسطه الحول نجمي الكثيف. يشير الاندثار المعتمد على الطول الموجي لذلك الغبار إلى حضور حبيبات كبيرة للغاية، يتجاوز قطرها الميكرومتر، وهو ما يجعلها مقاومة للتدمير. وتشير الانبعاثات الحرارية القريبة من المنطقة تحت الحمراء في أوقات لاحقة (حوالي 500-900 يوم) إلى نمو متسارِع بكتلة الغبار.

Rapid formation of large dust grains in the luminous supernova 2010jl

C Gall *et al*

doi:10.1038/nature13558

الشكل أعلاه | حجم الحُبَيْبَة الأقصى، وميل توزيع حجم الحُبَيْبَة. منسوب الثقة، بينما يحدّ منه العمق البصري المُعايَر $\tau(\lambda)$ (انظر شكل 2). تقع نماذج قانون القدرة الأكثر ملاءمةً ضمن النطاق المعياري لـ α (الميل) بين 3.4 و 3.7 وتتطلب حبيبات كبيرة من $a_{max} \le 1.3$ μm (1σ). منسوب الثقة كمثله في شكل 2 حتى عند حد الثقة 3σ يكون الحد الأقصى لحجم الحُبَيْبَة أضخم ($a_{max} \le 0.5$) من الأحجام القصوى لحُبَيْبَة درب التبانة، وذلك بالنسبة إلى نموذج قانون القدرة ($a_{max} \approx 0.25$) (المرجع 20)، أو النماذج الأكثر تعقيدًا 21،22.

الفسيولوجيا البيئية

الأسراب المنحسرة عن طريق neonicotinoid

تم ربط استخدام المبيدات الحشرية عصبية التأثير نيونيكوتينويد neonicotinoid في العقود الأخيرة بانحسار النحل وملحقات فقاريّة أخرى. يقدِّم كاسبار هالمان وآخرون بيانات من هولندا، تُبيِّن وجود ارتباط بين انحسار أسراب الطيور الآكلة للحشرات وتركيزات المياه بمبيدات الحشرات إيميداكلوبريد imidacloprid والنيونيكوتينويد. يظل الربط المكاني حالما تم احتساب التغيرات في استخدام الأراضي الأخرى. ويشير الباحثون إلى أنه قد يكون للنيونيكوتينويد تأثير تعاقبي على النظام البيئي الذي ينبغي أن يؤخذ في الاعتبار عند إطلاق التشريعات المستقبلية لاستخدام المبيد الحشري.

Declines in insectivorous birds are associated with high neonicotinoid concentrations

C Hallmann *et al*

doi:10.1038/nature13531

الكيمياء البيولوجية

الحمض النووي الريبي بنَهْج مَرِن

لوحظ منذ أكثر من أربعين عامًا أن هناك جينومات الحمض النووي الريبي الفيروسية تتم أسيلتها أمينيًّا في نهايتها ´3 خلال العدوى. والتتابعات التي تسمح بهذا التعديل معروفة بالبِنَى الشبيهة بالحمض الريبي النووي النقال (TLSs)، وأنها تُعتبر كنماذج أولية للمحاكاة الجزيئية وتعدُّد الوظائف للحمض الريبي النووي. وهنا، حلّ جيفري كيفت وزملاؤه البنية البلورية للبنية الشبيهة بالحمض الريبي النووي النقال من فيروس التبرقش الأصفر في اللفت. وتسمح له الهندسة المعمارية للحمض الريبي النووي النقال بالطَّيّ، وفك الطَّيّ بسهولة، على النقيض من الحمض الريبي النووي النقال الأكثر صلابةً. والبنية لها وجهان: أحدهما يحاكي الحمض الريبي النووي النقال، والآخر يحيد عن الحمض الريبي النووي النقال.

The structural basis of transfer RNA mimicry and conformational plasticity by a viral RNA

T Colussi *et al*

doi:10.1038/nature13378

البيولوجيا العصبية

تسخير حلقة- R لتعزيز السرطان

حلقات-R، وهي بِنَى الحمض النووي ثلاثي الجديلة، تتألف من هجين حمض نووي: حمض نووي ريبي RNA-DNA، وتحدث بشكل طبيعي، وتحل محل الحمض النووي مفرد الجديلة، وهي من بين المستحثات المحتملة لعدم استقرار الجينوم. وتبيِّن هذه الدراسة أن TREX-2، وهو مركب منخرط في التخليق الحيوي وتصدير بروتين نووي ريبوزي مرسال (mRNP)، يتفاعل مع عامل جيني لقابلية الإصابة بسرطان الثدي، BRCA2، لمعالجة حلقات-R. والخلايا البشرية المنضبة (المستنفدة) من BRCA2 تراكِم مستويات عالية من

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

حلقات-R. وهذا التفاعل غير المتوقَّع بين كابتات الورم وحلقات-R يشير إلى أن حلقات-R قد تكون سببا أساسيًّا لإجهاد التضاعف، وتكوين الأورام.

BRCA2 prevents R-loop accumulation and associates with TREX-2 mRNA export factor PCID2

V Bhatia *et al*

doi:10.1038/nature13374

ذكريات مصنوعة، وغير مصنوعة

كان يُعتقَد منذ فترة طويلة أن الآليّات العصبية الكامنة وراء ذكريات تنطوي على آليات لدونة مشبكيّة، مثل زيادة الفعالية طويلة الأجل (LTP)، والهمود طويل الأجل (LTD)، ولكن كان من الصعب إثبات علاقة سببية بين هذه العمليات المشبكية والذاكرة حتى الآن. وفي الوقت الحالي، ادَّعى روبرتو مالينو وزملاؤه أنهم فعلوا ذلك فقط في الفئران التي تخضع لتكييف الخوف. استخدم الباحثون الوراثة البصرية لعزل دائرة ذاكرة خوف محددة، ومن ثم تحفيز زيادة الفعالية طويلة الأجل، والهمود طويل الأجل داخل الدائرة؛ لإزالة أو لإعادة الذاكرة.

Engineering a memory with LTD and LTP

S Nabavi *et al*

doi:10.1038/nature13294



غلاف عدد 24 يوليو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 24 يوليو من دَوْريّة "نيتشر" الدولية.

علم سلوك الحيوان

فَقْمَة الفرو القطبية الجنوبية تحت الضغط

تعيش فَقْمَة الفرو القطبية الجنوبية *Arctocephalus gazella* على جبل جليدي في جزيرة الطيور، جنوب جورجيا. وكان يتم اصطياد هذا النوع بشكل كثيف ـ حتى قارَبَ على الانقراض ـ خلال أوائل القرن العشرين، ولكنْ بدأت أعداد هذا النوع من الفَقْمَة تتزايد عندما توقفت عمليات اصطيادها، وذلك بفضل إمدادات غذائية وفيرة جدًّا. هذا.. وفقمة الفرو معرَّضة بشكل خاص لتغيُّر المناخ، لأنها تسكن منطقة بها درجات حرارة متغيِّرة بشكل سريع، ويحدّ زمن توالدها ـ الطويل نسبيًّا ـ من قدرتها على التكيُّف تطوريًّا. ويتضح تحليل بيانات من جورجيا الجنوبية الآن، ترصد فترة ثلاثة عقود متتابعة، أنّ تعداد الفَقَمَات في انخفاض مرة أخرى، مع انخفاض أعداد الإناث بنسبة حوالي 30% بين عامي 2003 و2012. ومع ذلك.. فالظروف القاسية انتخبت أعلى تَغَايُر زيجوتي بين الإناث. وفي حين أن هذا الأمر لا يُعتبَر استجابةً تطوريّة في حد ذاته، مع استمرار الظروف البيئية في التدهور، إلا أنه من الممكن أن تساعد ميزة تَبَايُن اللّاقِحَة في الحفاظ على التنوع الجيني، ويُحتمَل أن يتم اكتساب بعض الوقت؛ للسماح لهذه الأنواع بالاستجابة عن طريق التكيُّف.

Climate change selects for heterozygosity in a declining fur seal population

J Forcada *et al*

doi:10.1038/nature13542

علم الأورام الجزيئي

استحثاث الورم الميلانيني بالـ(UVR)

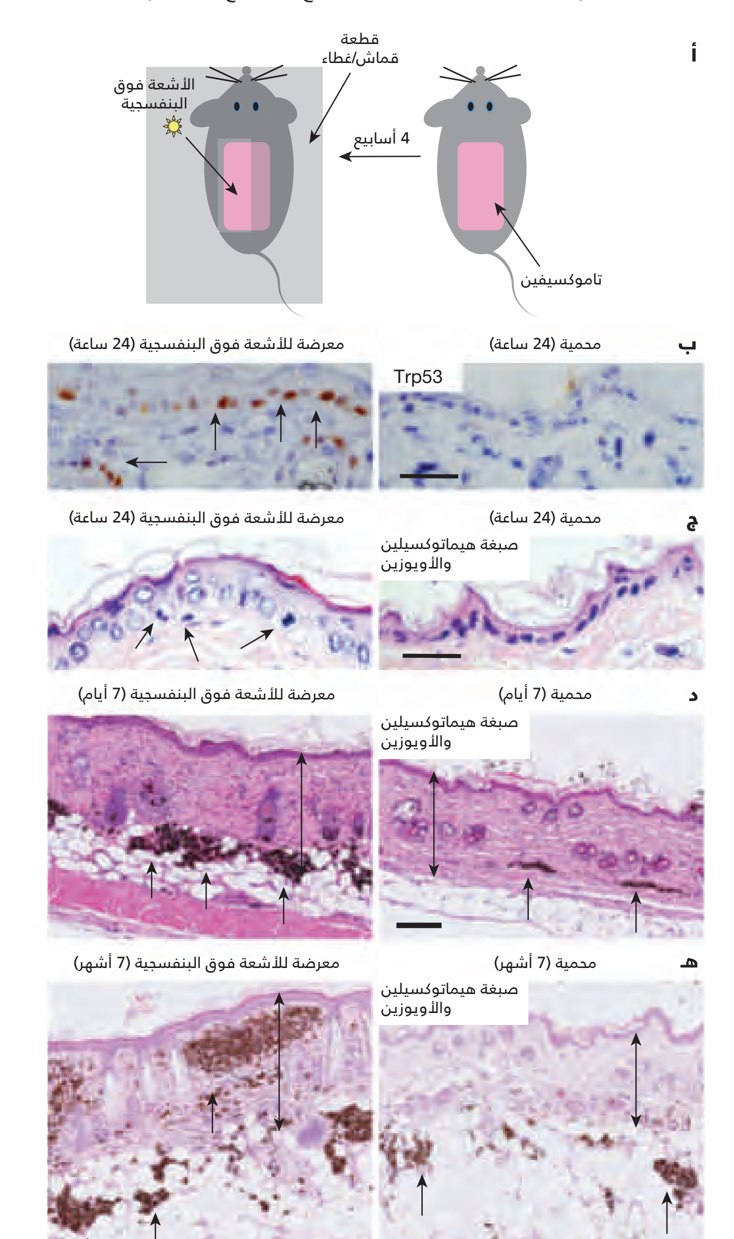
ربطت البيانات الوبائية حدوث حالات الإصابة بالورم الميلانيني الخبيث، الناشئة في المواقع المعرَّضة للشمس وللأشعة فوق البنفسجية (UVR)، لكن الأهداف المحدّدة وآليّات تطوُّر الورم الميلانيني الخبيث لا تزال غير واضحة. وهنا أظهر ريتشارد ماريس وزملاؤه في الفئران التي تعبر عن BRAF (V600E) ـ الطفرة الجسدية الأكثر شيوعًا في الورم الميلانيني الخبيث ـ أن مستويات الأشعة فوق البنفسجية التي تحاكي حروق الشمس الخفيفة في البشر تستحث الطفرات في كابِت الورم Trp53، وتسرع تكوُّن الورم الميلانيني الخبيث. إضافة إلى ذلك.. وجد الباحثون أن طفرات TP53 ترتبط بأدلّة تلفّ الحمض النووي المستحَث بالأشعة فوق البنفسجية في الورم الميلانيني الخبيث البشري. ومن المتفق عليه أن وَاقِيات الشمس تحمي من سرطان الخلايا الحرشفية. ويشير هذا العمل إلى أنها تحمي أيضًا من الورم الميلانيني الخبيث.

Ultraviolet radiation accelerates BRAF-driven melanomagenesis by targeting TP53

A Viros *et al*

doi:10.1038/nature13298

الشكل أسفله | الأشعة فوق البنفسجية تُسرع تجديد الأنسجة البيولوجية المشتقة من BRAF (V600E). أ، التصميم التجريبي. **ب،** الصباغة بـ Trp53 (الأسهم) للبشرة المحمية والبشرة المعرضة للأشعة فوق البنفسجية 24 ساعة بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية. مقياس البار، 50 ميكرومترًا. تم فحص خمسة حيوانات. **ج،** قطاع البشرة المصبوغ بصبغة هيماتوكسيلين والأويوزين (H&E) للبشرة المحمية والبشرة المعرضة للأشعة فوق البنفسجية 24 ساعة بعد التعرض للأشعة فوق البنفسجية. تشير الأسهم إلى الخلايا المعرضة لحروق الشمس (الخلايا الكيراتينية المعرضة للموت الخلوي المبرمج). مقياس بار، 50 ميكرومترًا. قطاع البشرة المصبوغ بصبغة هيماتوكسيلين والأويوزين للبشرة المحمية والبشرة المعرضة للأشعة فوق البنفسجية 7 أيام بعد الأشعة فوق البنفسجية. تشير الأسهم إلى الشامات الجلدية؛ وتشير السهام ذات الرأسين إلى سُمْك البشرة-الأدمة. مقياس بار، 500 ميكرومتر. **د،** قطاع البشرة المصبوغ بصبغة هيماتوكسيلين والأويوزين للبشرة المحمية والبشرة المعرضة للأشعة فوق البنفسجية 7 أشهر بعد الأشعة فوق البنفسجية. تشير الأسهم إلى الشامات الجلدية؛ وتشير السهام ذات الرأسين إلى سُمْك البشرة-الأدمة. مقياس بار، 500 ميكرومتر. **هـ،** الجلد المحمي والجلد المعرض للأشعة فوق البنفسجية 9 أسابيع بعد العلاج بالأشعة فوق البنفسجية.



تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الوراثة

الأسس الوراثية لمرض الفِصَام

على الرغم من أن الفِصَام هو خلل عالي التوارث، فإن طبيعته متعددة الجينات المعقَّدة أعاقت محاولات إرساء قاعدته الوراثية. وتُورِد هذه الورقة البحثية دراسة الارتباط على نطاق الجينوم لأكثر من 36 ألف مريض بالفصام، و100 ألف شخص للمقارنة. تحدِّد الدراسة 128 ارتباطًا مستقلًّا في 108 مَواضِع، 83 منها جديدة، ومن بينها العديد من الجينات المسؤولة عن النقل العصبي بواسطة الجلوتامات، مما يسلط الضوء على أحد السبل العلاجية المحتملة. إضافة إلى ذلك.. تقدِّم النتائج الدعم للارتباط المفترَض بين الجهاز المناعي، وانفصام الشخصية.

Biological insights from 108 schizophrenia-associated genetic loci

S Ripke *et al*

doi:10.1038/nature13595

الفيزياء التطبيقية

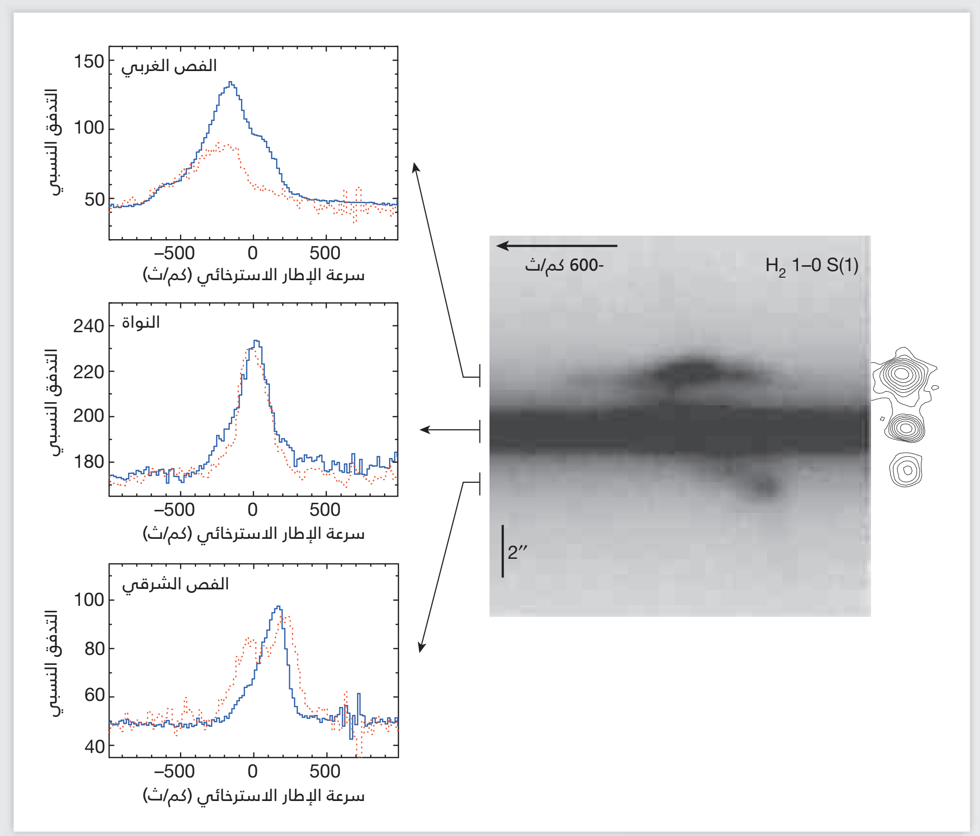
التصحيح السريع للخطأ

تحتاج أجهزة الحواسب الكَمِّيَّة إلى بروتوكولات مدمَجة لتصحيح الخطأ؛ كي تعمل بطريقة عملية. ينطوي هذا على رصد الأطوار الكَميّة دون عرقلتها، ويكون ذلك عادةً عن طريق التشابك مع بتّات كميّة إضافية. يبيِّن لويان صن وآخرون أنهم يستطيعون تعقُّب القفزات الكميّة الفردية بالبتات الكميّة فائقة التوصيل بالفجوات الميكروموجيّة microwave cavities. يُتوقع أن تكون تلك القياسات معلومات تكافؤية (سواء ما إذا كان هناك عدد فردي أو زوجي من الفوتونات الميكروموجية بالمنظومة) ببت كمّي ثانوي، وهو إجراء من شأنه أن يؤدي إلى الحد الأدنى من التداخل مع طور البَتّ كَمِّي. ويمكن أن تُستخدم تلك المعلومات التكافؤية لتصحيح فعّال للخطأ. يعالِج ذلك النهج المُعضلة العالقة للرصد السريع والمتكرِّر لمتلازمة الخطأ، ويمهِّد الطريق لحوسبة كميّة متحمِّلة للأخطاء مع الدوائر فائقة التوصيل.

Tracking photon jumps with repeated quantum non-demolition parity measurements

L Sun *et al*

doi:10.1038/nature13436



فيزياء الفَلَك

تَدَفُّق متسارِع بنفثات نسبيّة

يُعتقَد أن الأنوية المَجَرِّيَّة النشطة (AGN) تلعب دورًا رئيسًا في تطوُّر المَجَرَّات؛ لتحفِّز النفثات العاتية للجسيمات النسبية، التي تستطيع أن تسارع وترفع حرارة الغاز الجزيئي الذي غالبًا ما يهيمن على التدفق الكتلي المساهم في التكوين النجمي. إننا نفتقر إلى أدلّة واضحة على تلك الآلية، ولكن ها هو كليف تادهونتر وآخرون يُوردون تقريرًا يفيد بأن غاز الهيدروجين الجزيئي الساخن بالفص الراديوي الغربي IC5063 من مجرة سايفيرت Seyfert galaxy يتحرك بسرعات عالية ـ تصل إلى 600 كم في الثانية ـ بالنسبة إلى القرص المَجَرِّي. يشير ذلك إلى أن الجزيئات قد تسارعت بوَقْع سريع؛ لتنساق إلى وسط بين نجومي بواسطة النفثات الراديوية المتضخمة.

Jet acceleration of the fast molecular outflows in the Seyfert galaxy IC5063

C Tadhunter *et al*

doi:10.1038/nature13520

الشكل أعلاه | علامات الاضطراب الحركي المتطرف بالفص الراديوي الغربي لـ IC 5063. تبين اللوحة المركزية تمثيل رمادي التدرج لشق الطويل، الطيف القريب من تحت الأحمر (الحزمة K) لـ IC 5063، والتي تغطي نطاق أطوال موجية يتمركز على خط H_2 1-0 S(1). تم تقديم نسخة مصغرة من الخريطة الراديوية للمصدر بتردد 1.4 جيجا هرتز على اليمين للمقارنة. تم تقديم المناظير الجانبية للسرعة المشتقة من الطيف المستخلص من ثلاثة مواضع مكانية عبر المجرة على اليسار، حيث تمثل الخطوط المصمتة الزرقاء السمة H_2 1-0 S(1) حيث يساوي الطول الموجي γ= 2.128 ميكرومتر وتمثل الخطوط الحمراء المتقطعة السمة براكت-جاما.

علوم الأرض

المخزون الكربـوني للبحيرات دائمة التَّجَمُّد

مع حلول مناخ هولوسين أكثر دفئًا، أدَّى انحسار الأراضي دائمة التجمُّد إلى بحيرات كارستية حرارية thermokarst ـ بحيرات تكوَّنت عندما تجمَّعت المياه المنصهرة بالمنخفضات السطحية خلال ذوبان الجليد الدائم ـ غفيرة عبر مناطق شاسعة من سيبريا، وألاسكا، وشمال كندا. يُنظَر إلى تلك البحيرات عادةً كمصدر صافٍ لميثان الغلاف الجوي وثاني أكسيد الكربون، نتيجةً لانحسار المواد العضوية، لكن السؤال الذي يطرح نفسه هو: هل يمكن للكربون المستخدَم بواسطة تلك البحيرات في شكل تراكم مواد عضوية موازنة انبعاثاتها من الغازات الدفيئة؟ تجد تلك الدراسة أن تراكم الكربون برسوبيات بحيرة كارستية حرارية يرفع من تقدير تجمُّع الكربون الجفتي المستقطَب الخاص بالمناطق دائمة التجمُّد بنسبة تزيد على النصف، وهي نسبة أكبر من كتلة كربون التجلُّد الدائم الخاص بعصر البليوسين المتحررة كغازات دفيئة عندما تشكلت البحيرات للمرة الأولى. يشير الباحثون إلى أن الأحواض الكارستية الحرارية تحوَّلت من الاحترار الإشعاعي الصافي إلى تأثير المناخ المبرد منذ حوالي 5000 عام.

A shift of thermokarst lakes from carbon sources to sinks during the Holocene epoch

K Anthony *et al*

doi:10.1038/nature13560

الزيركون كمؤشِّر على فيض الحِمَم البركانية

ينظِّم تدفُّق الحِمَم البركانية من العمق التطوّرَ الحراري لكوكبنا، ويلعب دورًا في ديناميكيات الانفجارات البركانية، وتَكَوُّن الخامات والقشرة القارية. ولا يزال الرابط بين التدفق الحراري والعمليات الجيولوجية غير مؤكَّد، نتيجة لصعوبة تحديد حجم تدفق الحمم البركانية على المستوى العالمي، وعبر التاريخ الجيولوجي للأرض. يبيِّن لوكا كاريتشي وآخرون هنا أنه يمكن توفير وسيلة دقيقة من خلال توزيعات عصر الزيركون، وهو معدن يُوجَد عادةً في الصخور القشرية الصهارية، إلى جانب النمذجة الحرارية لتقدير تدفُّق الحِمَم البركانية. وقد برهنوا على أن الخصائص التعداديّة لعصر الزيركون قد تباينت بطريقة ملحوظة وبشكل منهجي كدالّة في التدفُّق والحجم الكُلِّي للحِمَم البركانية المتراكِمة بالقشرة الأرضية.

Zircons reveal magma fluxes in the Earth's crust

L Caricchi *et al*

doi:10.1038/nature13532

الفيزياء

عازل طوبولوجي تحت التحكُّم

تمثِّل العوازل الطوبولوجية شكلًا جديدًا للمادة المكثفة ذات الخواص الكهربية الرائعة، حيث تعمل كعوازل عبر المواد الضخمة، لكن لها أطوار معدنية قوية عند السطح. ركَّزت الأبحاث ـ بذلك المجال الجديد نسبيًّا حتى الآن ـ على الخواص الأساسية لتلك المواد بطريقة أساسية. تُلَمِّح تلك الورقة البحثية إلى التطبيقات العملية المستقبلية، مع إيضاح أن غشاءً رقيقًا لعازل سيلينايد البيزموث bismuth selenide الطوبولوجي النموذجي الأوَّلي يمكن أن يُستخدَم كمصدر فعّال للغاية للتيار الغزلي عند درجة حرارة الغرفة، ويشمل ذلك عَزْم غزل نقلي قويًّا على غشاء رقيق مجاور لسبيكة فيرومغناطيسية من النيكل-الحديد. تحدث الظاهرة عند درجة حرارة الغرفة، وتطرح وسيلة محتمَلة للتحكم في تَوَجُّه مغنطة السبيكة. إنّ هذه المنظومة لها أهميتها في تطوير الذاكرة المغناطيسية، والأجهزة المنطقيّة.

Spin-transfer torque generated by a topological insulator

A Mellnik *et al*

doi:10.1038/nature13534

أ

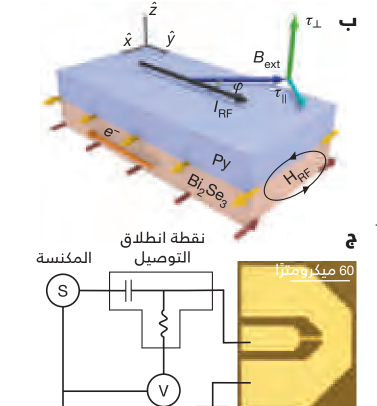
سطح فيرمي المزاح $E \neq 0$

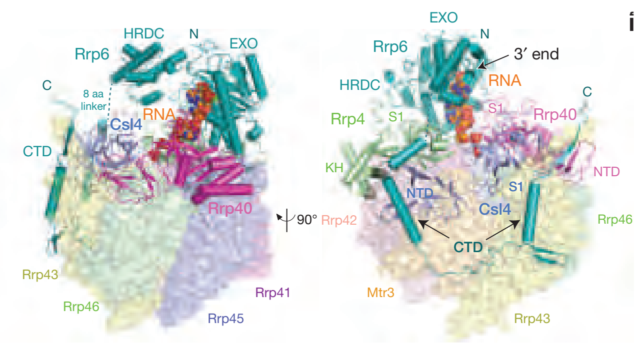
سطح فيرمي $E = 0$

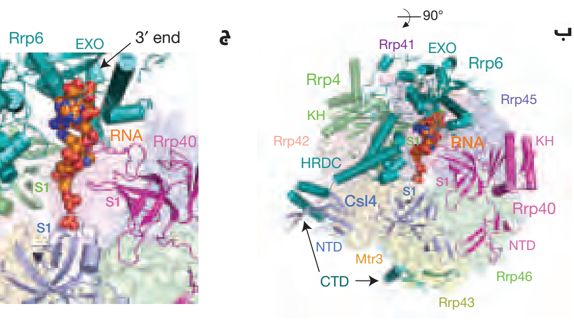
التراكم المغزلي النهائي

k_y k_x $\hat{y}$ $\hat{x}$

الشكل أسفله | آلية تراكم الغزل المستحث تياريًّا بالعوازل الطوبولوجية وهندسة العيِّنة المستخدَمة بالقياس. **أ**، توضيح الآلية التي يولد من خلالها تيار داخل سطحي بطور سطح عازل طوبولوجي تراكم غزل سطحي غير متزن، بسبب الإحكام بين اتجاه الغزل والمتجه الموجي للإلكترونات بالطور السطحي. تشير الأسهم إلى اتجاهات العزم المغناطيسي المغزلي، الذي يعاكس العزم الزاوي المغزلي المقابل له، نتيجة لكون المُعامل *g* الخاص بالإلكترون سالبًا. تم تصوير الحركات المغزلية بتلك الرسوم على سطح العينة، وذلك للتبسيط، على الرغم من كون بعض الميل بالسطح هو الشيء المتوقع. **ب**، مخطط توضيح للبنية الطبقية ونظام الإحداثيات. تشير الأسهم الصفراء والحمراء إلى اتجاهات العزوم المغزلية. يشير الرمز Py إلى سبيكة البيرمالوي. **ج**، تصوير للدائرة المستخدَمة لقياس الرنين المغناطيسي لعزم الدوران المغزلي ST-FMR وهندسة اتصال العيِّنة.









أحياء بِنْيَويّة

مصير الحمض النووي الريبي متروك لحَرَكته

يحتوي مركب الإكسوسوم على وحدتين فرعيّتين مُحفِّزتين، تحلّلان الحمض النووي الريبي، إمّا بطريقة تقسيميّة توزيعيّة (Rrp6)، أو بمعالجة (Rrp44). أشارت البِنَى السابقة إلى أن الحمض النووي الريبي قد يتحول إلى Rrp44 ، وأنّ المسار الآخر ليصبح Rrp6 كان مجهولًا. حَلَّ كريستوفر ليما وزملاؤه البِنْيَة البلوريّة لمركب إكسوسوم الخميرة ذي العشر وحيدات (الذي يفتقر إلى Rrp44) المقيَّد إلى حمض نووي ريبي مفرد الجديلة. ويتم تحديد موقع المجال المحفز Rrp6، ونهاية الحمض النووي الريبي 3، لكن الأهم من ذلك.. أنه وجد أن الحمض النووي الريبي يكمن في تَوَجُّه معاكس من بِنْيَة الاكسوسوم التي تحتوي على Rrp44. وتشير هذه النتيجة إلى أن مصير الحمض النووي الريبي قد يكون قرارًا عشوائيًّا، استنادًا إلى كيفية تَقَيُّد الحمض النووي الريبي بالمركب.

Structure of an Rrp6–RNA exosome complex bound to poly(A) RNA

E Wasmuth *et al*

doi:10.1038/nature13406

الشكل أعلاه | البنية الإجمالية للحمض النووي الريبي المقيد للإكسوسوم Rrp6. **أ-ج**، تمثيل كرتوني وسطحي لـ الخميرة $S. cerevisiae$ $Exo10^{Rrp6}$ المقيد إلى الحمض النووي الريبي المذيل بعديد الأدينيلات $poly(A)_{24}$. المناظر من الجانبين (**أ**)، ومن أعلى (**ب**) وصورة مقربة (**ج**) للحمض النووي الريبي المقيد بواسطة المجال Rrp6 EXO والمجالات S1 من Rrp4 ،Rrp40، وCsl4. حلقة ريبونوكلياز مثل PH كالأسطح الشفافة، حلقة S1/KH وRrp6 كرسم كرتوني، الحمض النووي الريبي كأجسام كروية.

علم الأورام

تكَوُّن الورم من خلال اختطاف المُحِثّ

الورم الأرومي النخاعي (ميدولوبلاستوما) هو ورم خبيث إلى حد كبير في دماغ الأطفال. وهنا يركِّز الباحثون على نوعين فرعيين غير مميَّزين بوضوح ـ مجموعة 3، ومجموعة 4 ـ يمثِّلان الغالبية العظمى من الحالات التي تصيب الأطفال. وحدَّدوا المتغيرات البِنْيَويّة الجينومية السائدة، التي تقتصر على هذين النوعين الفرعيين، وتجمع بين مناطق الترميز معًا، وتجمع بين ترميز طلائع الجينات الورمية، *GFI1* و*GFI1B*، والمُحِثّات النشطة التي تؤدي إلى التنشيط الجيني الورمي. ويحدِّد هذا العمل "اختطاف المُحِثّ" كآليّة فعّالة تقود تنشيط الجين الورمي في سرطان الأطفال.

Enhancer hijacking activates GFI1 family oncogenes in medulloblastoma

P Northcott *et al*

doi:10.1038/nature13379

علم الأحياء

بروتين بونكتين منظِّم متشابك

تستقبِل غالبية الخلايا العصبية أعدادًا كبيرة من المدخلات من الخلايا العصبية الاستثارية والمثبطة. ويجب أن يجد كل ناقل عصبي قبل المشبكي المستقبِل المناسب على السطح بعد المشبكي المُوَاجِه. فقد أظهرَ جان لوي بيسيرو وزملاؤه أن اثنين من الأشكال الإسْويّة المفرزة قبل المشبكي من البروتين بونكتين Punctin تحدِّد التراكم بعد المشبكي للأستيل كولين مقابل مستقبِلات GABA في نيماتودا *C. elegans*. وما زال يتعيَّن التحقيق في ما إذا كان الجين البشري بونكتين2- (الذي ارتبط بمرض انفصام الشخصية) منخرطًا أيضًا في السيطرة على تنظيم المشبكي، أم لا؟

***C. elegans* Punctin specifies cholinergic versus GABAergic identity of postsynaptic domains**

B Pinan-Lucarré *et al*

doi:10.1038/nature13313

علم الأورام التجريبي

التنظيم الجيني بواسطة Myc

البروتين الورمي الثديي c-Myc هو عامل النسخ الذي يقيّد إلى آلاف المحفّزات. يقترح نموذجان حاليّان لوظيفة c-Myc أنه إما منظم للنسخ الخاص بالجينات، أو مكبِّر شامل لجميع الجينات النشطة. وأوردت مجموعتان بحثيّتان مؤخرًا في دورية *Nature* أدِلّة تدعم فكرة أن *Myc* ينظم حركة جينات محددة. وحلَّلت أريانا سابو وزملاؤها التوزيع الجينومي، وملامح تعبير الحمض النووي الريبي خلال نشأة الأورام الليمفاوية في الفئران، وقارنت سوزان والز وزملاؤها الخلايا الطبيعية وخلايا الورم المحوَّرة وراثيًّا بواسطة *Myc*. وعلى الرغم من أن المجموعتين وجدتا أن فرط تعبير *Myc* يمكن أن يسفر عن زيادة عامة في التعبير الجيني، إلا أن هذا التأثير هو تأثير غير مباشر. وعن طريق التضمين بمختلف عوامل النسخ الأخرى، يبدو أن *Myc* يعمل بالدرجة الأولى من خلال تنظيم مجموعات محدَّدة من الجينات.

Activation and repression by oncogenic MYC shape tumour-specific gene expression profiles

S Walz *et al*

doi:10.1038/nature13473

Selective transcriptional regulation by Myc in cellular growth control and lymphomagenesis

A Sabó *et al*

doi:10.1038/nature13537

علم الأعصاب

السيطرة على تمايُز الخلايا العصبية

رَأَى العمل السابق في الدماغ النامي أنّ الخلايا العصبية في الطبقة الرابعة من مناطق قشرية مختلفة تستقبِل مدخلات من المِهَاد، ليست ملتزمة بواحدة محددة الهوية العصبية. وهذا يفتح إمكانية أن مدخلات مهادية محددة قد تؤثر على التمايز العصبي خلال تجمُّع الدائرة القشرية المهادية. وهنا، حدَّد دينيس جابودون وزملاؤه أن وجود المدخلات المهادية ـ أو عدم وجودها ـ يمكن أن يؤثر عادةً على التمايز العصبي والجزيئي/الوظيفي للخلايا المستهدَفة اللاحقة بمناطق فرعية محددة من المِهَاد. وبالتالي، يمكن أن يؤثِّر المِهَاد على التطور والعزل الوظيفي في القشرة.

Modality-specific thalamocortical inputs instruct the identity of postsynaptic L4 neurons

G Pouchelon *et al*

doi:10.1038/nature13390

الأمراض المعدية

توصيف فيروس إنفلونزا الطيور H10

فيروس الإنفلونزا H10N8 هو أحدث مثال لفيروس إنفلونزا الطيور الذي أصاب وقتل البشر. فقد بَحَثَ ستيفن جامبلين وزملاؤه بِنْيَة وخصائص تقييد المستقبِل لهيماجلوتين فيروس الطيور H10، الذي يرتبط ارتباطًا وثيقًا بالعزلة البشرية. وتبيِّن بِنْيَة الهيماجلوتين H10 المقيِّدة للمستقبِل البشري أيضًا أوجه تشابه مع خصائص الهيماجلوتين من وباء فيروسات H1N1، وفيروسات H7N9. ويرى الباحثون أن الطفرات في موقع تقييد المستقبِل لهيماجلوتين H10، التي تقلل من شراهته لمستقبل إنفلونزا الطيور، يمكن أن تمكِّنه مِن أنْ ينتقل بسهولة أكثر بين البشر. ولذلك.. ينبغي أن تكون في بؤرة جهود المراقَبة.

Receptor binding by H10 influenza viruses

S Vachieri *et al*

doi:10.1038/nature13443



غلاف عدد 31 يوليو 2014

طالع نصوص الأبحاث في عدد 31 يوليو من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

علم الخلية

تحليل جينوم سرطان الرئة

يعرض هذا التقرير من "شبكة أطلس جينوم السرطان" التنميط الجزيئي لـ230 ورمًا سرطانيًّا رئويًّا مستأصَلًا غير معالَج. والتحليلات المتكاملة للترنسكريبتوم، والجينوم، والمثيلوم، والبروتيوم تحدِّد بشكل جماعيّ معدلات عالية من الطفرات الجسدية، والجينات المُطَفَّرة بشكل كبير، بما في ذلك *RIT1* و*MGA*، وتعديلات الربط المدفوعة بالتغيرات الجسدية الجينوميّة، وتشير إلى الآفات التي لم تحدَّد بعد، والتي تغيِّر نشاط مسار MAPK وPI3K. تضع هذه البيانات أساسًا للتصنيف، وإجراء مزيد من البحوث عن السبب الأساسي لوفيات السرطان في جميع أنحاء العالم.

Comprehensive molecular profiling of lung adenocarcinoma

M Meyerson *et al*

doi:10.1038/nature13385

علم البلورات

بِنْيَة فئة C من مستقبِل بروتين (جِي)

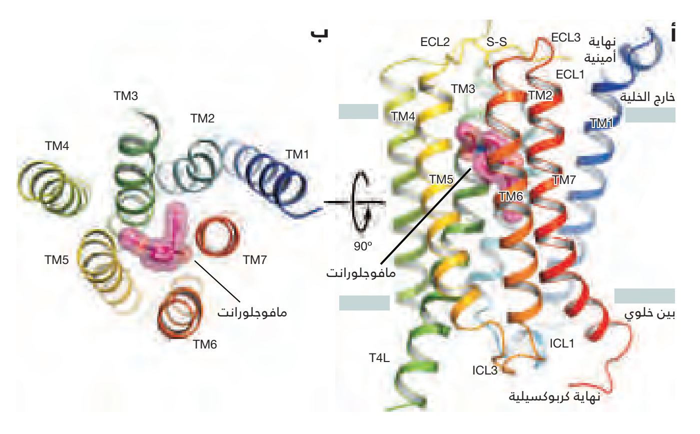
تَعْرِض هذه المخطوطة البِنْيَة البلورية بالأشعة السينية لجزء من مستقبِل الجلوتامات التَّحَوُّلي عبر الغشائي mGlu5)5)، فئة C من مستقبِل بروتين «جي» المقترن (GPCR)، في وجود مافوجلورانت mavoglurant، معدل تَفَارُغِيّ سلبي. والمعدلات التفارغية السلبية لمستقبِل الجلوتامات التَّحَوُّلي عبر الغشائي 5، في التجارب الإكلينيكية لعلاج متلازمة الصبغي إكس X الهش، والاكتئاب والقلق، والصداع النصفي، وخلل الحركة؛ والمعدلات التَّفَارُغِيّة الإيجابية لمستقبِل الجلوتامات التحولي عبر الغشائي 5، قد تكون مفيدة لعلاج الفصام والاضطرابات المعرفية. في هذه البِنْيَة، وُجِدَ مافوجلورانت في جيب حوالي 8 أنجستروم من سطح مستقبِل خارج الخلية، القريب إلى حدٍّ ما من جيب تقييد مقوم تجسيمي موجود في الفئة A من مستقبِلات بروتين «جي» المقترن.

Structure of class C GPCR metabotropic glutamate receptor 5 transmembrane domain

A Doré *et al*

doi:10.1038/nature13396

الشكل أسفله | تمثيل تخطيطي وشريطي لبِنْيَة 5mGlu. أ، ب، تمثيل شريطي لـ 5mGlu باستخدام ألوان قوس قزح (نهاية أمينية، الأزرق؛ نهاية كربوكسيلية، الأحمر) تظهر موازية للغشاء ومن الفضاء خارج الخلوي، على التوالي. ويمثل مافوجلورانت في تمثيل العصا الشفافة. يتم تلوين ذرّات الكربون والنيتروجين والأكسجين باللون الأرجواني والأزرق والأحمر، على التوالي. تم الإشارة إلى موضع إدراج T4L- إلى ICL2.



البيولوجيا الجزيئية

تثبيط عمليات العبور الوراثي

إنّ الانقسام الاختزالي ـ وهو برنامج انقسام الخلية الذي ينتج المجموعات الصِّبْغِيَّة الأحادية ـ يتطلب أن تكون الكروموزومات المتضاعفة مرتبطة فعليًّا بعمليات العبور الوراثي، التي هي المواقع التي يتم تبادل جدائل الحمض النووي المماثلة بين الجديلتين المزدوجتين. تميل هذه الأحداث إلى أن تكون متباعدة بشكل متساو على طول الكروموزومات، نتيجة (لتداخل العبور الوراثي)، وهي الظاهرة التي عندما يتشكل بها العبور الوراثي يثبط المزيد من عمليات العبور الوراثي القريبة. تعرض نانسي كليكنر وزملاؤها رؤى جديدة لآليات المشاركة في عملية التداخل. وقد أظهروا سابقًا أن كروموزومات الانقسام الاختزالي تؤدي إلى تراكم الضغوط الميكانيكية. وهنا، فإنهم يشيرون إلى تأثير SUMOylated topoisomerase II وRed1 في تخفيض وإعادة توزيع الإجهاد.

Topoisomerase II mediates meiotic crossover interference

L Zhang *et al*

doi:10.1038/nature13442

علم الفَلَك

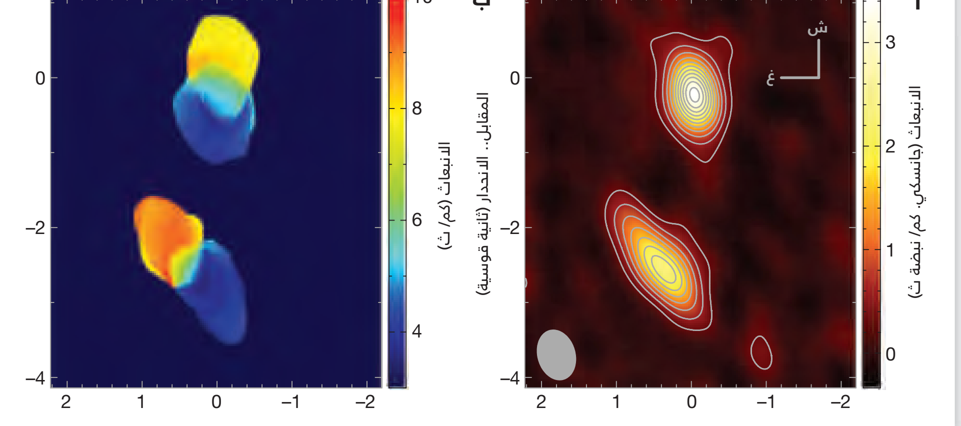
حقيقـة المَجَـرَّات التابعـة

يصاحِب كلًّا من مَجَرَّتَي درب التبانة، والمرأة المسلسلة عددٌ من المَجَرَّات القزمة التابعة، التي ـ فيما يبدو ـ تدور بالمستوى نفسه. تشير تلك الورقة البحثية إلى أن الأسطح الدورانية للتوابع قد تكون واسعة الانتشار. فقد قام رودريجو إيباتا وزملاؤه بقياس سرعات أزواج التوابع المَجَرِّيَّة شديدي التناقض بالكون المَحَلِّي، ووجدوا أنهم مُضَادُّون للترابط على نحو تفضيلي لمسافة 150 كيلوفرسخًا نجميًّا من مضيفاتهم، وتصل إلى مسافة 2 ميجا فرسخ نجمي؛ وذلك بالإطار كبير النطاق، حيث تتوزع المَجَرَّات في تكتلات على طول المحور الذي يربط زوج التوابع الداخلي.

Velocity anti-correlation of diametrically opposed galaxy satellites in the low-redshift Universe

N Ibata *et al*

doi:10.1038/nature13481



علم الفَلَك

نشأة المدارات الشّاذّة للكواكب الواقعة خارج المجموعة الشمسية

تمتلك كواكب المجموعة الشمسية مستوى مُتَّحِدًا على وجه التقريب. لذلك.. كان من المستغرَب أن نجد أنّ كواكب عديدة خارج النظام الشمسي تتبع مدارات إهليلجية للغاية، أو مدارات منحرفة بزاوية عن خط الاستواء النجمي. ويهدف إنشاء آلية يمكنها تفسير كيفية نشوء مثل تلك المدارات، دَرَس إريك جينسن، وريتشيل آكيسون النظام الثنائي اليافع HK Tauri. وقد حصلا على صور للأقراص المكوِّنة للكوكب، والمنحرفة بمقدار 60 درجة أو أكثر، بحيث يكون واحد من الأقراص ـ أو كلاهما ـ مائلًا بطريقة واضحة على السطح المداري الثنائي. وتبرهن النتائج على أن الظروف الضرورية لتعديل المدارات الكوكبية قد تكون نتيجة لعملية تكوين النظام الثنائي، وأن تلك الظروف كانت حاضرة وقت التكوين الكوكبي.

Misaligned protoplanetary disks in a young binary star system

E Jensen *et al*

doi:10.1038/nature13521

الشكل أعلاه | رصد خط CO(3–2) بمنظومة HK Tau الثنائية. أ، انبعاث الغاز المتكامل من كل قرص، مع خطوط كونتور بخطوات من 0.3 جانسكي. كم/ نبضة ث، التي تعادل ثلاثة أضعاف ضجيج متوسط الجذر التربيعي بالخرائط. تم توضيح الفصل الزاوي للترصُّد بواسطة حجم النبضة بالرمادي أسفل اليسار. RA الارتقاء العمودي؛ dec الانحدار. **ب،** انبعاث السرعة المرجحة، الذي يوضح دوران القرصين وتوجهاتهما غير المصطفّة.

علْم الكواكب

التقشير الكثيف يخفي تاريخ الحقبة الهادينية

لا يُعْرَف إلا القليل عن تاريخ قَصْف الأرض المبكِّرة، الذي تَبِعَ الاصطدام العملاق لتكوين القمر، نتيجة للندرة البالغة للعَيِّنات الأرضية التي تعود إلى أكثر من أربعة مليارات عام. طَوَّرَت سيمون مارشي وزملاؤها نموذجًا جديدًا للتطور التصادمي للأرض، والمعايَر باستخدام بيانات أرضية وقمرية قائمة. وقد بَيَّنوا أن سطح الأرض ربما تمَّت إعادة معالجته بطريقة واسعة عن طريق التصادمات عبر الاختلاط والانصهار أثناء الحقبة الهادينية، بين 4 و 4.5 مليار عام. قد يفسر نموذجهم أيضًا التوزيع العمري للزيركونات الغابرة، فضلًا عن غياب الصخور الأرضية الغابرة.

Widespread mixing and burial of Earth's Hadean crust by asteroid impacts

S Marchi *et al*

doi:10.1038/nature13539

علْم البيئة

إنتاجية النبات المُعَزَّزة بـCO_2 تتأثر بالمطر

يمكن أن تعزِّز زيادة تركيزات ثاني أكسيد الكربون في الغلاف الجوي من إنتاجية النباتات؛ وبالتالي تخلق عنصرًا من ردود الفعل المناخية السلبية، ولكن إلى أيّ مدى يحدث هذا؟ في الواقع، هو أمر معقَّد بسبب التفاعلات مع الماء وتوافُر المغذِّيات. وقد قام الباحثون بزيادة درجة الحرارة وثاني أكسيد الكربون في مراع مختلطة، وأظهروا أنه ليس مجرد توافر المياه فقط هو الذي يحدِّد التغيرات في الإنتاجية، ولكن توقيت توافُر المياه أيضًا ـ بِغَضّ النظر عن درجة الحرارة ـ زاد هَطْل الأمطار الصيفية تحفيز ثاني أكسيد الكربون للنمو، بينما خفَّض هَطْل الأمطار في الربيع والخريف ذلك. ولعل هذا يفسر النتائج المختلطة التي لُوحظت في دراسات سابقة.

Seasonal not annual rainfall determines grassland biomass response to carbon dioxide

M Hovenden *et al*

doi:10.1038/nature13281

علم الأرض

القارّة القطبية الجليدية سبقت تغيُّرات المحيط

طوَّرَت القارة القطبية الجنوبية صفيحة جليدية منذ حوالي 34 مليون عام، بعد فترة من ظروف خالية من الجليد، تُعرف بمناخ "الاحتباس الحراري الفائق". وقد بَيَّنَت البحوث السابقة أن نمو الصفيحة الجليدية كانت مدفوعة إما بالعزل الحراري للقارة القطبية الجنوبية الناشئ عن فتح البوابات المحيطية، أو بمحتوى الغلاف الجوي المنخفض تدريجيًّا من ثاني أكسيد الكربون. يَستخدِم ماك هوبر وزملاؤه الآن نموذجًا مناخيًّا لبيان أن نمو الصفيحة الجليدية ـ المدفوع بتغيرات ثاني أكسيد الكربون ـ قاد تغيُّرات دورة المحيط. وفي المقابل، كان لفتح البوابات تأثير ضئيل نسبيًّا على دورة المحيط.

Antarctic glaciation caused ocean circulation changes at the Eocene–Oligocene transition

A Goldner *et al*

doi:10.1038/nature13597

الخلايا الجذعية

مَثْيَلة الـDNA في حياة الجنين المبكِّرة

تتم إعادة برمجة الأنماط الشاملة لمثيلة الحمض النووي جذريًّا في الخلايا الجرثومية البدائية، وفي التطور الجنيني المبكِّر في الثدييات. وتمّ تمييز إعادة البرمجة هذه بشكل جيد في أجنة الفئران، لكن الفهم المفصَّل لديناميكيّات الحمض النووي في الأجِنّة البشرية غير متوفر. وكشفت دراستان نُشرتا مؤخرًا في دورية "*Nature*" أن هناك خسائر كبيرة لمثيلة الحمض النووي من معظم الجينوم البشري فورًا بعد الإخصاب، مما يؤكد أن إعادة البرمجة غير الجينيّة هذه هي ميزة الحفظ تطوريًّا من أجل التطور. أَعَدَّ هونجشان جو وزملاؤه خرائط استبانة أساسية لمثيلة الحمض النووي للأمشاج البشرية، وفي عدة مراحل من التطور الجنيني. تَحَصَّل زخاري سميث وزملاؤه على خرائط مماثلة لمثيلة الحمض النووي في عدة مراحل تطورية للتطور الجنيني البشري المبكر، وخلال اشتقاق خطوط الخلايا الجذعية الجنينية البشرية. تقدِّم الدراسات تبصُّرًا للاختلافات بين ديناميكيّات مثيلة الحمض النووي في الفأر والبشر، والعلاقة الوظيفية بين مثيلة الحمض النووي، والتعبير عن الجينات والعناصر القابلة للنقل.

The DNA methylation landscape of human early embryos

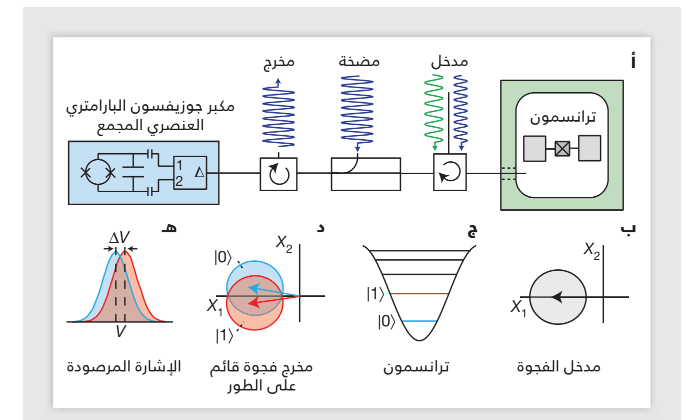
H Guo *et al*

doi:10.1038/nature13544

DNA methylation dynamics of the human preimplantation embryo

Z Smith *et al*

doi:10.1038/nature13581



الفيزياء الكَمِّيّة

المسار الـكَمِّي الأكثر شيوعًا

تمثل المسارات الكَمِّية الفردية التي تربط نقطتين بفراغ الطور الكَمِّي. تمت إزالة الأنظمة التقليدية عند إجراء القياس.. فهي ليست كالأنظمة الكَمِّية، حيث يمكن توجيهها بواسطة الرصد المتصل على طول مسار عشوائي. فقد تَعَقَّب كاتر مورش وزملاؤه المسارات الكَمِّية ببَتٍّ كَمِّي يتكون من ريشتين من الألمونيوم، متصلتين بواسطة جهاز واجهة كَمِّية فائق التوصيل، تم تثبيته على السيليكون. نجح الباحثون في تحديد أيٍّ من المسارات الممكنة بين طورين كَمِّيَّين، ابتدائي ونهائي، الأكثر احتمالًا. تتوافق تلك "المسارات المُثلى" مع الطرق التي تتنبَّأ بها الإصدار الكَمِّي لمبدأ الفعل الأدنى الذي يُعَرِّف المسار الصحيح الذي يربط بين نقطتين في الفراغ والزمن بالميكانيكا الكلاسيكية، فضلًا عن إعطاء نظرة ثاقبة للتفاعل بين ديناميكيّات القياس وتطوُّر نظام، فإن هذا العمل يطرح إمكانات جديدة لأول مبادئ توليف متواليات الأنظمة الكَمِّيَّة المعقدة، ومعالجة المعلومات.

Mapping the optimal route between two quantum states

S Weber *et al*

doi:10.1038/nature13559

الشكل أعلاه | التجهيزات. أ، دائرة ترانسمون (بت كمّي فائق التوصيل) transmon مقترنة تشتتيًّا بفجوة إرشاد موجي نحاسية ثلاثية الأبعاد. تم تكبير إشارات الميكروويف المنعكسة عن الفجوة بواسطة مكبر جوزيفسون البارامتري العنصري المجمع (LJPA) والذي يعمل بالقرب من الحد الكمّي. **ب،** تم توضيح وتيرة موجة الميكروويف والتي تسبر الفجوة بالقرب من الرنين كمطاور phasor بالسطح X_1–X_2، مع تقلبات كميّة صفرية مبينة بواسطة المنطقة المظلَّلة. **ج،** مستويات الطاقة الأرضية والمستثارة مبينة على جهد الترانسمون. **د،** تستحوذ وتيرة الميكروويف المنعكسة على طور بت كمّي يعتمد على إزاحة الطور الأصغر من التقلبات الكمّية لإشارة القياس. يتحول التربيع X_2 الخاص بوتيرة القياس رقميًّا بعد مزيد من التضخيم. **هـ،** يتم معايرة القياس بفحص توزيعات إشارات القياس للبت الكَمِّي المُعَدّ بالأطوار | 0 > (الأزرق) و | 1 > (الأحمر).

علم الأعصاب

تَوازُن دقيق في القشرة البصرية

التوازن بين إثارة المتشابِك والتثبيط في القشرة الحسية للثدييات ـ المعروفة باسم نسبة E/I ـ هو تأثير مهم على كلٍّ من المعالجة الحِسِّيَّة، والوظائف المعرفية. والآليّات التي تنشئ وتحافظ على نسبة E/I لا تزال غير مفهومة تمامًا. وليس من الواضح ما إذا كانت كل عصبونة قشرية لديها القدرة على التنظيم الفردي لنسبة E/I الخاصة بها، أو إذا كانت نسبة E/I متعادلة عبر تجمُّعات الخلايا الهرميّة. وفي دراسة أجريت على القشرة البصرية الأولية للفأر، أظهر ماسيمو سكانزياني وزملاؤه أن نسب E/I متشابهة بشكل ملحوظ عبر الخلايا الهرمية المختلفة، على الرغم من الاختلافات الكبيرة في سعة إثارة وتثبيط المتشابك. ويتحقق ذلك من خلال التثبيط المتطابق بواسطة التعبير عن بارفالبومين parvalbumin، وليس عن طريق العصبونات المتوسطة المعبِّرة عن السوماتوستاتين.

Equalizing excitation–inhibition ratios across visual cortical neurons

M Xue *et al*

doi:10.1038/nature13321

علم الأورام

كيناز CDK7 كهدف مكافِح للسرطان

يُعتبر الحصار الدوائي للنَّسْخ من الوسائل الممكنة لاستهداف الخلايا السرطانية. وقد ثبت أن التثبيط الدوائي المباشر لعوامل النسخ ينطوي على مشاكل معقدة. ولذلك.. فأطراف عائلة كيناز المعتمِد على سيكلين (CDK)، مثل CDK7، التي تنظِّم النَّسْخ عن طريق فسفرة نطاق المحطة الطرفيّة الكربوكْسِية للحمض النووي الريبي بوليميراز الثاني، يمكن أن توفر أهدافًا أكثر استهدافًا من قِبَل الأدوية. وهنا، استخدم ناتانايل جريي وزملاؤه غربلة مستنِدة إلى الخلية؛ لتحديد مثبط نسخي جديد THZ1، يستهدف تساهميًّا CDK7، ولديه نشاط مضاد لتكاثر خطوط خلايا سرطان الدم الليمفاوي الحاد للخلية التائيّة البشرية والطُّعْم الأجنبي في نموذج الفأر. وTHZ1g هو بيريميدين أميني الفينيل، الذي يستخدم آلية الجمع بين موقع أدينوزين ثلاثي الفوسفات، والتقييد التساهمي التفارغي، كوسيلة لتحقيق الفاعلية والانتقائية لـCDK7.

Targeting transcription regulation in cancer with a covalent CDK7 inhibitor

N Kwiatkowski *et al*

doi:10.1038/nature13393

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

الأحياء المجهرية

مركَّب بروتيني يقود تصدير بروتين الملاريا

يصيب طفيل الملاريا *Plasmodium falciparum* خلايا الدم الحمراء للمضيف، ويعيد تشكيلها، وهي العملية التي تتطلب تصدير المئات من البروتينات إلى العصارة الخلوية. وهذا إنجاز طوبولوجي كبير، حيث يُوجد الطفيل في البداية في حجرة معروفة باسم الفجوة الحاملة للطفيليات. ويُعتقَد أن مركَّبًا بروتينيًّا معروفاً باسم PTEX (ترانسلوكون الطفيل لبروتينات التصدير) يشارك في هذه العملية، لكن الأدلة على الوظيفة كانت ظرفيّة وغير مباشرة. استخدمت دراستان نُشرتا مؤخرًا في دورية "*Nature*" تقنيات متناقضة؛ لإثبات أن PTEX ضروري لتصدير بروتينات طفيلي الملاريا إلى سيتوبلازم الخلايا المصابة، وأنّ هذا التصدير ضروري لدورة حياة الطفيلي. وَلَّد بريندان إلسورث وزملاؤه طفرات مشروطة لمكونات PTEXHSP101 وPTEX150، وأظهروا أنه عندما تضطرب وظيفة PTEX؛ يتم اختزال صادرات البروتينات كثيرًا، بما في ذلك عامل القُوَّة الرئيسة PfEMP1. وقد استخدم جوش بيك وزملاؤه نهج مجال الزعزعة، القائم على أساس إنزيم مختزل ثنائي هيدروفولات، مبتكَر لإلغاء تنشيط HSP101، وتَبَيَّن أنه مطلوب لإفراز جميع الفئات من بروتينات الملاريا المصدّرة.

PTEX is an essential nexus for protein export in malaria parasites

B Elsworth *et al*

doi:10.1038/nature13555

PTEX component HSP101 mediates export of diverse malaria effectors into host erythrocytes

J Beck *et al*

doi:10.1038/nature13574

تأثير الإنترفيرون في الإصابة بفيروس SIV

الإنترفيرون من النوع الأول (IFN-I) الموضَّح هنا له آثار مزدوجة في قرود المكاك الريسوسية المعرَّضة لفيروس نقص المناعة القردي (SIV). وهو مفيد في بداية العدوى، ولكن يصبح ضارًّا مع تقدُّم الإصابة. وقد تم التلاعب بإشارات الإنترفيرون بطريقتين. وأدَّت محاصرة مستقبِل الإنترفيرون من النوع الأول إلى زيادة وجود فيروسات البلازما، وتَسَارُع فقدان الخلايا التائية CD4، وتقدُّم مرض الإيدز. وفي المقابل، فإن إعطاء IFN-α2a قبل تحدِّي جرعة عالية من فيروس نقص المناعة القردي داخل المستقيم يزيد المقاومة للعدوى النظامية. ومع ذلك.. يستحث استمرار العلاج بالإنترفيرون IFN-α2a إزالة الحساسية تجاه مستقبِل الإنترفيرون من النوع الأول، ويسهل عدوى فيروس نقص المناعة القردي. وعمومًا.. يتضح أن فوائد النشاط المضاد للفيروسات المبكر تفوق الآثار الضارة للتنشيط المناعي أثناء العدوى الحادة بفيروس نقص المناعة القردي.

Type I interferon responses in rhesus macaques prevent SIV infection and slow disease progression

N Sandler *et al*

doi:10.1038/nature13554



غلاف عدد 7 أغسطس 2014

طالع نصوص الأبحاث فى عدد 7 أغسطس من دَوْرِيّة "نيتشر" الدولية.

بيولوجيا جزيئية

نشاط المُحَسِّن خلال مرحلة التطور الجنيني

بحث دراستان نُشرتا مؤخرًا في دورية *Nature* دور المحسِّنات التنموية في ذبابة الفاكهة *Drosophila melanogaster*، وهي نموذج مثالي لهذا الغرض، لأنه يستغرق 18 ساعة فقط مِن وضْع البيض إلى الانتهاء. وينطوي على تغييرات ملحوظة في النسخ المرتبطة بالتغيرات في نشاط المُحَسِّن.

فَحَصَ إيفجيني كفون وزملاؤه منهجيًّا نشاط أكثر من 7000 مرشح من المحسِّنات. ولُوحِظ أنّ ما يقرب من نصف الشظايا الجينومية المختبرة كانت نشطة في الجنين، وعرضت الأنماط المكانيّة الديناميكية خلال التطور. تتم مطابقة نشاط المُحَسِّن لأنماط التعبير عن الجينات المستهدفة المفترضة، وتحديد البواعث التنظيمية المفروقة التنبؤية.

قَدَّمَ ياد جافي-هيلم وزملاؤه خريطة عالية الدقة لاتصالات المُحَسِّن ثلاثية الأبعاد؛ ووجدوا أنه على الرغم من أن هناك العديد من التفاعلات التنظيمية المحلية، إلا أن التفاعلات طويلة المدى هي الأكثر شيوعًا. والمثير للدهشة.. أنّ غالبية التفاعلات تظهر دون تغيير بين الأنسجة وعبر التطور. وبالتالي، يبدأ النَّسْخ من حلقات المُحَسِّن-المحفز سابقة التشكيل، عَبْر إطلاق سراح البوليميريز المتوقِّف مؤقتًا. وتَعنِي الدراسة ضمنيًّا أيضًا أنّ الطوبولوجيا العامة التي تحكم اتصالات المُحَسِّن محفوظة من الذباب إلى البشر.

Genome-scale functional characterization of *Drosophila* developmental enhancers *in vivo*

E Kvon *et al*

doi:10.1038/nature13395

نقل الزنك المدعوم بالبروتون

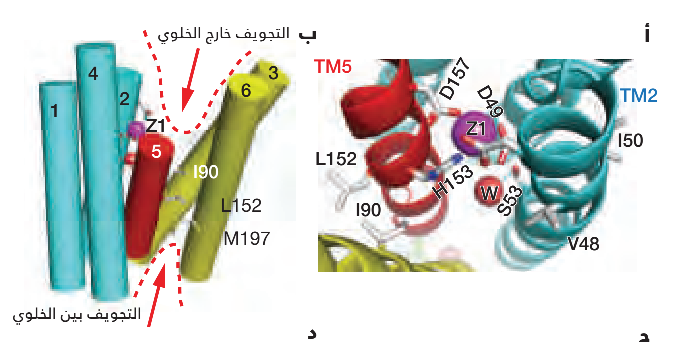
بروتين الغشاء YiiP لبكتيريا *Escherichia coli* هو ناقل بروتون مدمج، يقود هروب ZN(II). وتُعَدّ المتجانسات الثديية مسؤولة عن امتصاص الزنك بالحويصلات الإفرازية، وبالتالي فهي تلعب دورًا مهمًّا في النقل العصبي، والإفراز الهرموني. تشير هذه الورقة البحثية إلى استخدام التوسيم الجذري للأشعة السينية المنقولة من خلال الهيدروكسيل والقياس الطيفي الكتلي لفحص دورة النقل لـ YiiP بنطاق المِلِّي ثانية الزمني. تَمَّ عرض ارتباط الزنك بـYiiP، وذلك لتحفيز تغيير التشكل المتضافر باللولب عبر الغشائي، لغَلْق "بوابة" كارهة للماء بالجانب السيتوبلازمي لبروتين الغشاء، وقلقلة البروتين من التشكُّل داخل الخلية إلى خارج الخلية. ومن ثَم، يتحرر أيون الزنك إلى الفراغ خارج الخلية، ويمكن لدورة النقل أن تبدأ من جديد.

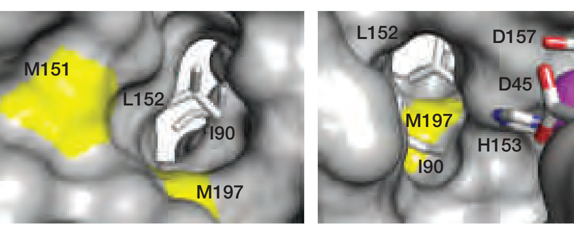
Visualizing the kinetic power stroke that drives proton-coupled zinc(II) transport

S Gupta *et al*

doi:10.1038/nature13382

الشكل أسفله | يتحكم L152 في فتح بوابة مياه تجويف بيني. أ، جزيء ماء بنيوي (كرة حمراء،W) بالقرب من موقع النقل المحتل من قِبَل الزنك رباعي السطوح المتناسق (Z1 (Zn(II)، كرة أرجوانية)، تُشاهد من محيط ما بين الأغشية الخلوية periplasm. يتم رسم البقايا ذات الصلة على هيئة قضبان، وتوصف تبعًا لذلك. يظهر TM5 باللون الأحمر، كما هو مبين. **ب،** التجويف بين الخلوي، وخارج الخلوي موضح بالخطوط المتقطعة. **ج،** بوابة L152 تُشاهد من التجويف خارج الخلوي على طول السهم كما هو مبين في **ب.** تُستثنى السلاسل الجانبية من I90، وL152، وبقايا التنسيق في موقع النقل (القضبان) من رسم سطح البروتين. ويظهر M197 كرقعة صفراء عند المدخل السيتوبلازمي إلى بوابة التجويف بين الخلوي. **د،** بوابة L152 كما تُشاهد من التجويف خارج الخلوي على طول السهم، كما هو مبين في **ب.** وتُرى M197 وM151 كبقع صفراء على سطح البروتين.





تكنولوجيا نانوية

الإنتاج المحكوم لأنابيب (SWCNTs)

تُعَدّ الخواص الإلكترونية لأنابيب الكربون النانوية أحادية الجدار (SWCNTs) في غاية الحساسية للتركيب الدقيق الخاص بها. وهناك حاجة إلى طريقة لإنتاج أنابيب كربون نانوية نقية، أحادية الجدار، متساوية الأجزاء؛ وذلك للوصول إلى الاستغلال الأمثل لإمكانياتها التكنولوجية. وقد جَمَعَ خوان رامون سانشيز فالينسيا وآخرون بين الكيمياء التخليقية، وهندسة المواد؛ لتطوير استراتيجية يمكنها ـ مع مزيد من التحسين ـ أن توفر طريقًا لمواد أنبوبة نانوية تستخدم بالكواشف الضوئية، والخلايا الكهروضوئية، وصمامات تأثير المجال الإلكترونية، وأجهزة الاستشعار.

في هذا الإطار يَستخدم الباحثون تفاعل نزع هيدروجين حلقي سطحي؛ لطَيّ جزيئات البواكير المُصَمَّمة بطريقة مميزة، والمُودَعة على سطح Pt(111)؛ لإنتاج "أغطية طرفية" تعمل كبذور لنمو أنابيب كربون نانوية أحادية الجدار، نقية تركيبيًّا، وخالية من العيوب. تتطلب تلك التقنية درجات حرارة معتدلة فقط، ومتلائمة تمامًا مع تقنيات أشباه موصِّلات المعدن الأكسيدي المعاصِر المتوفِّر اليوم.

Controlled synthesis of single-chirality carbon nanotubes

J Sanchez-Valencia *et al*

doi:10.1038/nature13607

بيولوجيا تطوُّريّة

نمو الأسنان على مَرّ العصور

يُعَبَّر عن التطور ـ تقليديًّا ـ بوصفه استعراضًا للشكل الظاهري للإنسان المتغيِّر عبر الزمن. وغالبًا ما تكون الأسنان هي أفضل الأدلّة ـ أو الأدلّة الوحيدة ـ التي يمتلكهاعلماء الإحاثة تحت تصرفهم. لذلك.. تُستخدم صفات الأسنان على نطاق واسع؛ لتحديد درجة القرابة بين الأنواع الأحفورية. هكذا استخدم جوكا جيرنفال وزملاؤه عِلْم الأحياء التطورية لإعادة تمثيل الخمسين مليون سنة الماضية من تطوُّر أسنان القوارض. تمتلك الفئران أسنانًا غير متخصصة في وظائفها، لعدم مقدرتهاعلى إنتاج مُحدِث تَخَلُّق جزيء الإكتوديسبلاسين. وتؤدِّي إضافة كميات صغيرة من الإكتوديسبلاسين لمستزرَعات أسنان طافرة إلى حدوث التغيرات المعروفة في تشكُّل أسنان القوارض عبر سياق تطورها. شَيَّدَ الباحثون نموذجًا حاسوبيًّا لتطور نمو الأسنان، بواجهة صانع الأسنان (ToothMaker) التي توفِّر أداة جديدة لبيان كيف ترتبط الأنواع ببعضها.

Replaying evolutionary transitions from the dental fossil record

E Harjunmaa *et al*

doi:10.1038/nature13613

بيولوجيا الخلية

الآلية المزدوجة لعمل الثاليدوميد

أُدْخِلَ الثاليدوميد إلى أوروبا في عام 1957 باعتباره مهدئًا خفيفًا، وكان يُستخدَم على نطاق واسع كعلاج لغثيان الصباح المصاحِب للنساء الحوامل. أدَّى ذلك إلى ولادة الآلاف من الأطفال بعيوب خلقية متعددة؛ وتم سحب الدواء في عام 1962. ومنذ ذلك الحين، ظهر الثاليدوميد ومشتقاته كعلاجات فعّالة لسرطان المايلوما المتعدِّد، وخَلَل 5q-dysplasia المرتبط به. الهدف ذو التأثير المشوّه للثاليدوميد هو السيريبلون (CRBN)، وهو جزء من معقد ليجاز اليوبيكويتين E3، (CUL4–RBX1–DDB1–CRBN (CRL4[CRBN]).

يعرض نيكولاس توما وزملاؤه البِنْيَة البلّورية لليجاز اليوبيكويتين DDB1-E3 المقيد إلى الثاليدومايد، والعقاقير ذات الصلة ليناليدوميدي وبوماليدوميدي. تحدِّد البِنْيَةُ الآليّةَ الجزيئية الكامنة وراء العمل الانتقائي التماثلي للسيريبلون. ويكشف المزيد من التحليل البنيوي الوظيفي عن أنّ هذه العقاقير لها وظائف مزدوجة، والتداخل مع تقييد بعض الركائز الخلوية إلى ليجاز E3، ولكن تعزز تقييد لآخرين، وبالتالي تحوير انحلال البروتينات الخلوية.

Structure of the DDB1–CRBN E3 ubiquitin ligase in complex with thalidomide

E Fischer *et al*

doi:10.1038/nature13527

الفيزياء الكمّية

كَسْب قُدْرَة بالمحاكاة الكَمِّيَّة

تُعتبر ظواهرُ كمّية عديدة في غاية التعقيد، إلى الدرجة التي تجعل من العسير نمذجتها على الحواسب الآلية التقليدية. والمحاكاة الكمّية، حيث تكون نماذج النظام الكَمِّي البسيط والقابل للتحكم أكثر تعقيدًا، آخِذَة في الظهور كبديل عملي. يَصِف هنا أندرو ويلسون وزملاؤه مخططًا جديدًا قابلًا للتحكم للتشابك الكَمِّي، يمكنه محاكاة التفاعلات المغزلية-المغزلية باستخدام اثنين من الأيونات المحصورة. وهناك مزيد من التطورات لدَمْج تلك التقنية في صفائف قد تصل إلى عشرات الأيونات، قد تكون قوية بالقدر الكافي لتحقيق محاكاة كمّية لظواهر المادة الكثيفة الغريبة، كتأثير هول الكَمِّي.

Tunable spin–spin interactions and entanglement of ions in separate potential wells

A Wilson *et al*

doi:10.1038/nature13565

الشكل أسفله | مصيدة سطح إلكترودية

مجهرية التصنيع. صورة ميكروسكوب لإلكترودات حصر الأيون، تبين التردد الراديوي (RF) وإلكترودات التحكم الجهدي الساكن (C1–C12). المناطق المعتمة هي فجوات من 5 ميكرومترات بين الإلكترودات. الأيونات محصورة فوق سطح الرقاقة بـ40 ميكرومترًا. تشير النقاط الحمراء إلى مواضع الأيون، بمسافات فاصلة من 30 ميكرومترًا. يدعم الإلكترود C1 أيضًا تيارات الميكروويف عند تردد 1.28 جيجا هرتز؛ لتقود الانتقالات الحمليّة على الأيونين.

البيئة البحرية

تقدير التلوث الزئبقي بالمحيط

تحرَّرَتْ كميات كبيرة من بقايا معدن الزئبق السامة إلى البيئة، كنتيجة للأنشطة البشرية المختلفة، كالتعدين، وحرق الوقود الحفري. ولا تزال تقديرات كمية الزئبق التي وصلت إلى المحيط ـ نتيجةً لذلك ـ غير واضحة، وقائمة بشكل كبير على دراسات النماذج.

تقدِّم هذه الورقة البحثية تقديرًا للكمية الكلية والتوزيع المكاني للزئبق بَشَرِيّ المنشأ بالمحيط العالمي، اعتمادًا على قياسات للزئبق بالمحيطات والمعاملات ذات الصلة من عدة بعثات، بما في ذلك بيانات من جولة جيوتريسز GEOTRACES الأخيرة. وتشير النتائج إلى زيادة محتوى زئبق سطح الماء إلى ثلاثة أضعاف، وأيضًا زيادة تقترب من 150% في كمية الزئبق بطبقة الماء الحرارية الكامنة.

A global ocean inventory of anthropogenic mercury based on water column measurements

C Lamborg *et al*

doi:10.1038/nature13563

الكيمياء الحيوية

نـموذج الروماتويد المتعلّق بالـNLRP3

تَمَّ رَبْط الطفرات في الجسيم الالتهابي البشرى NLRP3 ـ وهو مركب متعدد البروتين، منخرط في المناعة الفطرية من خلال إنتاج إنترلوكينات معينة ـ مسبقًا بالتهاب المفاصل الروماتويدي. وقد أُعيقت مواصلة العمل بشأن طبيعة هذه العلاقة، بسبب عدم وجود نموذج فأر ذي صلة. وتبيِّن هذه الدراسة أن عِلْم الأمراض في نموذج الفأر لالتهاب المفاصل الناجم عن حذف نقوي محدّد لجين قابلية الإصابة بالروماتويد A20 يَعتمِد بصورة حاسمة على محور تأشير إنترليوكين-1/-الجسيم الالتهابي NLRP3. وهكذا، تقدِّم فئران A20[myel-KO] d نموذجًا تجريبيًّا لدراسة دور الجسيمات الالتهابية، باثولوجية التهاب المفاصل الروماتويدي، ولاختبار علاجات تستهدف الجسيمات الالتهابية، والمسارات الخلوية ذات الصلة.

Negative regulation of the NLRP3 inflammasome by A20 protects against arthritis

L Walle *et al*

doi:10.1038/nature13322

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

علم الفيروسات

تشكيل مبكِّر لخَزّان فيروس HIV1

تشكِّل خزانات الإصابة بعدوى الفيروس ـ المنيعة تجاه العقاقير المضادة للفيروسات ـ عائقًا خطيرًا أمام المحاولات الرّامية إلى القضاء على فيروس نقص المناعة البشرية من النوع 1 (HIV-1). استكشف دان باروش وزملاؤه توقيت تشكيل هذه الخزانات في نموذج القرد؛ ووجدوا أن العلاج المضاد للفيروسات في أقرب وقت بعد ثلاثة أيام من إصابة قرود المكاك بعدوى فيروس نقص المناعة القردي ـ قبل بداية تَفَيْرُس الدم ـ فشل في مَنْع بَذْر الخزانات الفيروسية. ويرتد الفيروس ـ في نهاية المطاف ـ عندما يتم التوقف عن العلاج بالأدوية.

Rapid seeding of the viral reservoir prior to SIV viraemia in rhesus monkeys

J Whitney *et al*

doi:10.1038/nature13594

علم الأمراض

خصائص ترانْسِكْرِبْتُومِيَّة لسرطان القولون

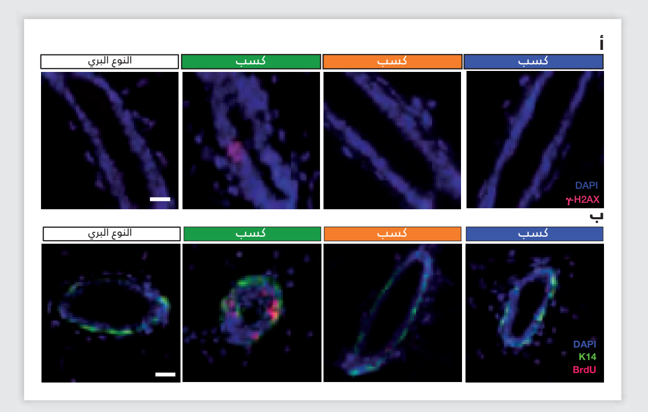
تعرض هذه الورقة البحثية نظرة عامة شاملة للتعديلات الترنسكربتومية والتغيرات على الساحة التنظيمية المرتبطة بتكون الأورام السرطانية لسرطان القولوني المستقيمي. وباستخدام فك تتابعات الحمض النووي الريبي من 103 عيّنات متطابقة من عيِّنات مخاطيّة القولون، طبيعية ووَرَميّة، من المرضى الذين يعانون من سرطان القولون والمستقيم، ودراسة التعبير محدّد الأليل؛ أظهر الباحثون أن الأنماط الجينية الجرثومية تظل محددات مهمة للتعبير الجيني الأليلي في الأورام، وحدَّدوا 71 جينًا لديها فائض تأثير تنظيمي مفروق جسديًّا، مما يشير إلى دور محرك للسرطان.

تم تحديد تعبيرات مواضع صفات كمية وراثية جديدة (eQTLs)، منها 36% حصرية لسرطان القولون والمستقيم. وتشير أدلّة إضافية إلى أن جينات تعبيرات مواضع الصفات الكمية الوراثية المحددة للورم تشكِّل المحركات التنظيمية المستمدة من سلالة جرثومية.

Putative cis-regulatory drivers in colorectal cancer

H Ongen *et al*

doi:10.1038/nature13602



الوراثة

RNA مقيَّد بسرطانات مرتبطة بالجين *MYC*

تَحمل خلايا سرطانية عديدة نُسَخًا إضافية من المنطقة الكروموزومية 8q24.21، تشمل الجين الورمي *MYC*. فقد قام أنيندا باجاتشي وزملاؤه بالبحث عن دور جين غير مرمِّز للحمض النووي الريبي الطويل القريب، *PVT1*، الذي يميل إلى أن يكون مضخمًا بالمشاركة. وأظهروا أن فرط التعبير عن جين *PVT1* في نماذج الفئران المهندَسة وراثيًّا يسهم في ارتفاع مستويات الجين الورمي *MYC*، بسبب تضخيم المنطقة الصبغية 8q24.21، وتكوُّن الأورام المدفوعة بالجين الورمي *MYC*. ترتبط مستويات *MYC* و*PVT1* أيضًا في الأورام البشرية، مما يشير إلى تعاون مماثل. ويرى الباحثون أن استهداف جين *PVT1* قد يقدِّم استراتيجية علاجية بديلة.

***PVT1* dependence in cancer with *MYC* copy-number increase**

Y Tseng *et al*

doi:10.1038/nature13311

الشكل أعلاه | الأنماط الظاهرية ما قبل السرطانية في الغدد الثديية لفأر مكتسب جينات (Pvt1وMyc و Ccdc26 وGsdmc)، أ، ب، الصور الفلورية، والتحديد الكمي لبؤر γ-H2AX (**أ**)، ودمج BrdU (**ب**) في القنوات الثديية من النمط الجيني المشار إليه (n=3). (مقياس البار على **أ**، **ب** 10ميكرومترات).

فسيولوجيا الأمراض

نشوء مرض الأورام التكاثرية النِّقْوِيّة

تَمّ مؤخرًا التعرف على بيئة ملائمة للخلايا الجذعية، كوحدة مسرطنة، وعنصر مهم في تنظيم الخلايا الجذعية السرطانية. وهنا أثبت سيمون ميندير-فيرير وزملاؤه أن التهيج المتجانس للخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) ـ إيجابية بروتين النيستين في البيئة الميكروية لنخاع العظام ـ ينخفض في المرضى الذين يعانون من الأورام التكاثرية النقوية. تؤدي إزالة هذا التهيج إلى انخفاض أعداد الخلايا الجذعية الوسيطة، وزيادة توسُّع الخلايا الجذعية المنتِجة للدم (HSC) المتطفرة. وعندما تتم استعادة التنظيم المتجانِس للخلايا الجذعية الوسيطة (MSCs) إيجابية بروتين النيستين بالأدوية الحامية للأعصاب، يتم مَنْع توسُّع الخلايا الجذعية المتطفرة المنتِجة للدم.

Neuropathy of haematopoietic stem cell niche is essential for myeloproliferative neoplasms

L Arranz *et al*

doi:10.1038/nature13383

الفلك

سَلَف سوبرنوفا من النوع lax

يُعَدّ SN 2012Z ـ المكتشَف من خلال بحث مرصد ليك Lick عن السوبرنوفا في التاسع والعشرين من يناير 2012 ـ سوبرنوفا من النوع lax. يشار إليه في بعض الأحيان بـ"السوبرنوفا الصغير"، الذي يكون مشابهًا في البداية طيفيًّا لبعض السوبرنوفا من النوع la، ولكن هذا التشابه يختفي مع الوقت، ويصبح أقل نشاطًا وأكثر خفوتًا. وليس من الواضح ما الذي يشعل فتيل انفجار من النوع lax.

تشير هذه الورقة البحثية إلى الكشف عن سلف بالترصدات العميقة لـNGC 1309، وهي المجرة المضيفة لـSN 2012Z، التي حصلنا عليها من خلال مرصد هابل الفضائي، وتشمل موقع السوبرنوفا قبل انفجاره. تشير خواصه البصرية وتشابهه مع سلف الهيليوم نوفا V445 بكوكبة الكوثل الجنوبية إلى أن SN 2012Z ربما كان انفجار قزم أبيض، نما من خلال رفقة نجم هيليوم.

A luminous, blue progenitor system for the type lax supernova 2012Z

C McCully *et al*

doi:10.1038/nature13615

علم البيئة

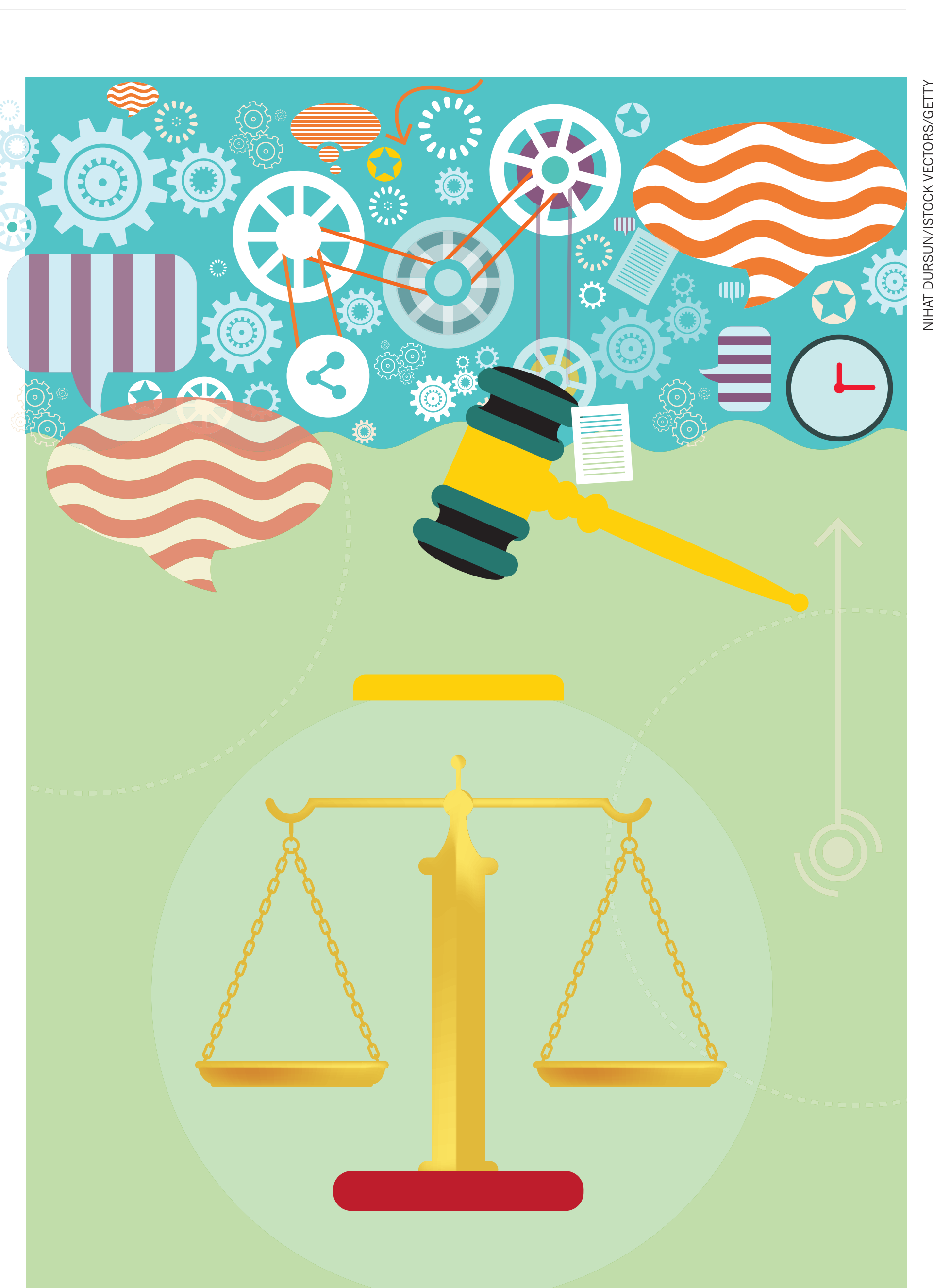
استجابة إنتاجية النبات للمناخ

يتأثر صافي الإنتاج الرئيس بدرجة الحرارة وهَطْل الأمطار، ولكن هل هذا له تأثير مباشر على عملية التمثيل الغذائي النباتي، أو تأثير بيئي غير مباشر بواسطة التغيرات في طول موسم الزراعة والكتلة الحيوية النباتية؟ هنا وَضَع شون ميتشاليتز وزملاؤه نظرية قياس التمثيل الغذائي؛ لاختبار الأهمية النسبية للتأثيرات المناخية المباشرة وغير المباشرة. وبتطبيق نموذجهم على مجموعة البيانات العالمية لإنتاجية النبات؛ خلص الباحثون إلى أن التأثيرات غير المباشرة هي التي تفسِّر تأثير المناخ على الإنتاجية. وتُعَدّ درجة الحرارة، وتوافر المياه، من العوامل الأساسية لفسيولوجيا النبات والتمثيل الغذائي للنظام البيئي على المستوى المحلي، ولكن على الصعيد العالمي.. فإنها تؤثر على صافي الإنتاج الرئيس بشكل غير مباشر، عن طريق عُمْر النبات، والكتلة الحيوية التي يتحكم فيها ـ إلى حد كبير ـ الحد الأقصى لحجم النبات.

Convergence of terrestrial plant production across global climate gradients

S Michaletz *et al*

doi:10.1038/nature13470



NIHAT DURSUN/ISTOCK VECTORS/GETTY

قانون براءات الاختراع

تحقيق التوازن

العلماء الذين يقرِّرون اتباع مسار وظيفي قانوني بإمكانهم أن يستمتعوا بتحديات جديدة في الوقت الذي يبقون فيه على اتصال بعالَم الأبحاث العلمية.

كاميرون ووكر

بعد أن ملأ جاسون رات استبيان تقييم المسار المهني عندما كان مراهقًا، مُنح ثلاثة خيارات للعمل: جندي، أو مزارع، أو محامٍ لبراءات الاختراع. في ذلك الوقت، وحسبما يقول رات، كان جُلّ ما يعرفه عن براءات الاختراع ينحصر في أنّ عالِم الفيزياء ألبرت آينشتاين ـ الحائز على جائزة «نوبل» ـ كان قد عمل في مكتب لبراءات الاختراع، لكنه لم يفكر مجددًا في هذا المجال، إلا بعد سنوات لاحقة، عندما كان يسعى للحصول على الدكتوراة في الكيمياء العضوية التركيبية من جامعة نوتنجهام بالمملكة المتحدة.

أمضى رات ستة أشهر من فترة رسالة الدكتوراة في مختبرات «بوتس» بنوتنجهام، وهي سلسلة عالمية للصيدليات ومنتجات الصحة والجمال. وخلال تلك الفترة، عَلِمَ رات الكثيرَ عن الإدارات الأخرى للشركة، بما فيها قسم براءات الاختراع، الذي يضطلع فيه المحامون بمهمّتي تأمين البراءات لاختراعات الشركة، وحماية حقوق الملكية الفكرية من المخاطر. وقد عاد رات في وقت لاحق إلى بوتس؛ لإجراء الأبحاث، لكن حينها كانت رغبته في استكمال البحث والتطوير قد بدأت تخبو؛ فقرَّر أن يُغيِّر مساره. لقد أدرك أن عمله كمحامٍ لبراءات الاختراع سيُمَكِّنه ليس فقط من مساعدة عملائه على تأمين الحصول على حقوق الملكية الفكرية وحمايتها، ولكن أيضًا سوف يكون قادرًا على العمل عن قرب مع الباحثين في عديد من مجالات العلوم.

تحوُّل سهل

لقد كان التحوُّل إلى المحاماة سهلًا للغاية بالنسبة إلى رات، لأنه لم يكن بحاجة إلى الحصول على درجة علمية في القانون. كل ما احتاجه فقط هو التدريب على الوظيفة والمؤهلات المهنية. وبالمصادفة، فَتح قسم براءات الاختراع في بوتس فرصةً وظيفية للتدريب في القسم في التوقيت نفسه الذي وجد فيه رات أنه مهتم بهذا المجال؛ فحصل على الوظيفة. والآن، يعمل رات رئيسًا لقسم براءات الاختراع في مكتب لندن بشركة «روز» لحقوق الملكية الفكرية العالمية؛ حيث يعمل مع شركات الأدوية والشركات الصغيرة الناشئة في مجالات معينة، مثل العلاج الجيني، والتشخيص.

يترك بعض العلماء الأبحاث العملية، وينتقلون إلى المجال القانوني لأسباب متنوعة.. فبعضهم لديه اهتمام منذ فترة طويلة بالقانون والسياسة؛ وآخرون يرون أن مسارهم المهني بالمحاماة سيسمح لهم بأن يصبحوا أقوى في الدفاع عن الأبحاث العلمية ممّا هم عليه كعلماء. والبعض يفكر في اتخاذ مسار مهني في قوانين براءات الاختراع، لأنه يتداخل مع عديد من المجالات العلمية، ويبقيهم على مقربة من عالَم الأبحاث. ويعمل محامو براءات الاختراع مباشرةً مع الباحثين؛ ليعرفوا أكثر عن التقنيات الخاصة بعملائهم واختراعاتهم. وغالبًا ◄

ما يسمعون بأحدث الأفكار العلمية قبل نشر أبحاثها بفترة طويلة.

إن مهنة محامي براءات الاختراع ليست هي الخيار الوحيد للعلماء الراغبين في الدخول إلى المجال القانوني. فالباحثون الذين لديهم خلفية في الصحة، أو علم الأوبئة، بإمكانهم العمل كمستشارين قانونيين لوكالات الصحة العامة، أو الهيئات التنظيمية، حيث تتقدم تلك المنظمات بطلبات لتمويل الأبحاث الطبية، أو تبحث القضايا الأخلاقية المرتبطة بالعلوم الحيوية. كما أن خريجي العلوم البيئية «الإيكولوجي» تتاح لهم مناصب تختص بمساعدة الوكالات الحكومية على صياغة قوانين الطاقة، أو تقديم الدَّعاوى لإنقاذ العديد من الأنواع المهدَّدة بالانقراض، بالإنابة عن المنظمات البيئية غير الربحية (انظر: «من المختبَر إلى القانون»).

دَرسَت مارجريت بيلوسو فصولًا دراسية في القانون البيئي خلال دراستها لإيكولوجيا الشِّعاب الاصطناعية، كجزء من درجة الماجستير في الإدارة البيئية. وقد جعلتها تلك الدراسة تدرك أنها ترغب في استخدام خلفيتها العلمية لتطوير السياسات. وتابعَت الدراسة؛ لتحصل على دكتوراة تجمع بين العلوم والسياسات، بينما كانت تدرس المحاماة. وهي الآن تركِّز على القانون البيئي والتغيُّر المناخي في مكتب شركة «فينسون آند إلكينز» بواشنطن دي سي، وهي شركة محاماة عالمية متخصِّصة في الطاقة والتمويل. ويشتمل عملها على تطوير أعمال الشركة الخاصة بالتغيُّر المناخي، إذ تقوم بإجراء أبحاث حول الجوانب القانونية للتغيُّر المناخي، وتقوم بتعريف عملائها بالمخاطر والمكاسب المحتمَلة، وهو ما يتناسب مع الدكتوراة التي حصلت عليها في قضايا القانون والسياسات المتعلقة بارتفاع منسوب سطح البحر.

الطراز العالمي

يختلف التأهل للمهن القانونية من بلد إلى آخَر. ففي المملكة المتحدة، عادةً ما يَدرِس المحامون المحتمَلون درجةً جامعية في القانون. وبإمكان الأشخاص الحاصلين بالفعل على درجة جامعية ـ بما فيها أحد مجالات العلوم ـ أن يدرسوا دبلومًا عاليًا في القانون لمدة عام واحد. وفي الحالتين، يتطلب الأمر المزيد من الدورات الدراسية والتدريب، قبل أن يتمكنوا من ممارسة المهنة كمحامين بالمحاكم العليا، أو بالمجلس القضائي. إنّ الحصول على درجة في القانون ليس مطلوبًا للأشخاص الذين لديهم خلفية في العلوم، أو الهندسة، والراغبين في أن يصبحوا محامين لبراءات الاختراع، أو أنْ يأتوا بالاختراعات إلى مكتب براءات الاختراع الأوروبي. وبدلًا من ذلك.. عليهم أن يقوموا بالتدريب العملي عدة سنوات بالوظيفة، ثم يؤدون امتحانات محلية، أو امتحانات خاصة بمكتب براءات الاختراع الأوروبي.

في الولايات المتحدة، أغلب مَنْ يأملون في أن يصبحوا محامين ممارسين عليهم أن يحصلوا على شهادة جامعية، وكذلك درجة في القانون. وبعد حصولهم على درجة الدكتوراة في القانون، عليهم اجتياز اختبار القانون الخاص بالولاية. (في عدد من الولايات، يمكن التأهل لدخول امتحان الولاية بعد استكمال فترة تدريب مهني قانوني مطولة).

مع ذلك.. لا تزال هناك طرق أخرى بالولايات المتحدة لممارسة المهنة لا تتطلب شهادات في القانون. فغالبًا ما تقوم شركات المحاماة بتوظيف أشخاص ذوي خلفيات علمية قوية كمتخصصين تقنيين؛ لمساعدة الشركة في إعداد استمارات براءات الاختراع للتقنيات الحديثة. وغالبًا

من المختبَر إلى القانون

الخلفية العلمية تفتح الأبواب في عالَم القانون



CLAIRE WELSH/NATURE

قد يكون الانتقال من مسار يركِّز على العلوم إلى مسار وظيفي قانوني وَعِرًا بعض الشيء، ابتداءً من تحديات تعلُّم لغة القانون، حتى المذاكرة للامتحانات، لكنه يكون أكثر سهولة بالنسبة إلى هؤلاء الذين لديهم رؤية واضحة لهدفهم. في البداية، كانت المحامية كوليت أدكينز جيس ـ من مينيابوليس بمينيسوتا ـ تريد إحداث تأثير في عالَم حفظ الأنواع من خلال البحث والتدريس، ولكن بعد حصولها على درجة الماجستير في حفظ أنواع الحياة البرية، وقيامها بالتدريس لأعوام عديدة، أدركت أنها تريد أن تكون مُدافِعة عن قضايا الأبحاث البيئية.

لذا.. فقد عادت إلى حرم جامعة توين سيتيز بمينيسوتا؛ لدراسة مشتركة تجمع بين دكتوراة في القانون، وبرنامج دكتوراة في بيولوجيا حفظ الأنواع. وأمضت إجازاتها الصيفية كمتدربة في منظمة «إيرث جاستس» ـ وهي منظمة للقانون البيئي ـ وفي مجموعات غير ربحية لحفظ الأنواع، من بينها مجموعة «المدافعين عن الحياة البرية» في واشنطن دي سي. وهناك، كَوَّنَتْ جيس قائمة معارف قيِّمة، ورسَّخت التزامها بالتعاون مع القطاعات القانونية وغير الربحية، وهو ما يُعَدّ فائدة مزدوجة، حسبما تقول، لأنّ المؤسسات غير الربحية غالبًا لا تكون على استعداد لتوظيف محامين حديثي الخبرة. فخريجو كليات الحقوق لا يتركون الدراسة دائمًا ولديهم مهارات عملية، بل يحتاجون إلى تدريب عملي خلال العمل، وهو ما لا تستطيع المنظمات غير الربحية تَحَمُّل موارده.

بعد حصولها على درجة في القانون في عام 2005، عملت جيس ككاتبة لدى قاضٍ ترأَّس قضايا إجرامية وقضايا عقود، إلى جانب بعض قضايا القوانين البيئية. وقد حسَّنت مهارتها الكتابية عن طريق صياغة أحكام القاضي وآرائه، ثم أمضت أعوامًا عديدة في شركة محاماة كبيرة في مينيابوليس، كان لديها برنامج تدريبي قائم. وعملت من خلال تلك الشركة بالإنابة عن المُدَّعِين في قضية إكسون فالديز للتسرب النفطي عام 1989، ومَثَّلَت منظمات بيئية غير ربحية من خلال برنامج الشركة التطوعي. وفي وظيفتها الحالية كمحامية كبيرة لدى «مركز التنوع البيولوجي» في تاكسون بأريزونا، تركِّز جيس على حماية الزواحف والبرمائيات.

بالنسبة لها، فإن العمل كمحامية هو أفضل طريقة لاستخدام معارفها العلمية. تقول: «أنا أحب القانون حقًّا، وأرى أنه يسهم في التغيير، وأنه ذو تأثير.. فالأمور المهمة يتم اتخاذ القرارات حولها في قاعات المحاكم». وتضيف: «أريد فقط أن أكون جزءًا من ذلك».

هناك عالِم آخر، تَحَوَّلَ إلى المحاماة، هو هيريبيرتو مورينو. فقد أصبح مورينو مهتمًّا بحقوق الملكية الفكرية عندما كان طالبًا جامعيًّا في جامعة بورتو ريكو، حيث دَرَسَ فصلًا اختياريًّا في نقل التكنولوجيا. وأوحى له ذلك الفصل الدراسي بفكرة التدرُّب كمحامٍ لبراءات الاختراع. وقبل إنهائه دراسة الدكتوراة في عِلْم الأحياء المجهرية بجامعة فيرجينيا في تشارلوتسفيل، قام بتصفُّح قواعد بيانات الجامعة الخاصة بالخرِّيجين؛ ليجد علماء تحولوا إلى محاميِّي براءات اختراع؛ فتَوَاصَلَ معهم ليتعلم المزيد عن عملهم. كما قام بزيارة المركز الوظيفي في الكلية، وبَحَثَ على الإنترنت؛ ليجد شركات محاماة تقدِّم برامج تدريب، وتعرِض مناصب للمتخصصين التقنيين.

كانت من بين الشركات التي استحوذت على اهتمامه.. شركة لحقوق الملكية الفكرية، مقرها في واشنطن دي سي. تَوَاصَلَ مورينو مع رئيس قسم التكنولوجيا الحيوية في الشركة؛ وانتهى به الأمر إلى العمل بها كمتخصِّص تقني في براءات الاختراع في مجالات معينة، من بينها المُغذِّيات (مثل المُكَمِّلات الغذائية والعشبية)، والأدوية، والتكنولوجيا الخضراء. وبمرور الوقت، تَحَمَّل مسؤوليات أكثر في صياغة استمارات براءات الاختراع، وأدرك أن الخطوة المنطقية التالية هي أن يصبح محاميًا.

مورينو الآن في السنة الدراسية الأخيرة بكلية القانون في جامعة بوسطن في ماساتشوستس. وإلى جانب دراسته، يعمل كمتخصص تقني في مجالات معينة، من بينها الأدوية، والمنتجات الحيوية في مكتب بوسطن التابع لشركة المحاماة «ماك كارتر آند إنجليش». وقد كان عليه أن يتأقلم مع كونه أكبر سنًّا من كافة زملائه في الدراسة، وأن يتعامل مع تحديات الدراسة بدوام كامل. وقد اختلفت أفكاره الآن عما مضى، حتى إنه ذاق لذة مستقبله المهني كمحامٍ لبراءات اختراع. وهو يقول إنّ أروع ما في العمل في قانون براءات الاختراع هو التنوع... «فأنت لن تعلم أبدًا ما القضية التالية التي سوف تعمل عليها».

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ما يعمل أولئك المتخصصون التقنيُّون بشكل مباشر مع باحثين ومخترعين لفَهْم عملهم، وتمحيص الكتابات العلمية السابقة؛ لمعرفة ما إذا كانت هناك تقنيات أو أفكار مشابهة قد تم نشرها بالفعل، وتحديد ما إذا كان الاختراع يتشابه مع تقنيات أخرى حاصلة بالفعل على براءة اختراع، أم لا. وبإمكان الباحثين الذين يجتازون اختبار التسجيل الخاص بـ«مكتب براءات الاختراع والعلامات التجارية» الأمريكي أن يقوموا بصياغة وتقديم استمارات براءات الاختراع، رغم أنهم لا يستطيعون أن يقدموا استشارات للعملاء حول القضايا القانونية، أو أن يتقدموا بدعاوى قضائية إلى المحاكم في حالة انتهاك براءة الاختراع.

إذا حصل عالِم على الدكتوراة في القانون، ونجح في اختبار براءات الاختراع، واختبار القانون الخاص بالولاية، فبإمكانه أن يعمل في قضايا براءات الاختراع، وأن يقدِّم خدمات متكاملة في شؤون حقوق الملكية الفكرية، وهو ما قد يتضمن العمل مع الزبائن في العلامات التجارية، وحقوق الطبع، وتراخيص استخدام التكنولوجيا. وبإمكان العلماء المحامين كذلك أن يساعدوا عملاءهم ـ خاصة من الشركات الصغيرة الناشئة ـ في قضايا معينة، مثل إنشاء الكيانات، وعقود التوظيف، والقضايا القانونية العامة، وبإمكانهم ممارسة المهنة القانونية في مجالات القانون الأخرى. وفي بعض الحالات، يقوم أرباب العمل بِرَدّ نفقات الدراسة للمتخصصين التقنيين، أو وكلاء براءات الاختراع، الذين يدرسون القانون أثناء فترة العمل، أو مَنْحهم أشكالًا أخرى من الدعم.

العودة إلى الدراسة

تقول ديان نيكول ـ أستاذ القانون، ونائب مدير مركز القانون والوراثيات في جامعة تاسمانيا في هوبارت بأستراليا ـ إن فكرة العودة إلى الدراسة الجامعية قد تكون محبِطة لباحث في بداية مساره الوظيفي، ولكنها تؤكد أن المزيد من التدريب يساعد المرءَ في تطوير مساره الوظيفي.

فبعد أن حصلت نيكول على الدكتوراة في بيولوجيا الخلية من جامعة دالهاوزي بهاليفاكس في كندا، وكذلك على درجة علمية في القانون من جامعة تاسمانيا، قضت أعوامًا عديدة في أعمال قانونية خاصة، تتركَّز في حقوق الملكية الفكرية، وكذلك العقود، ودعاوى الإصابات الشخصية. وهي الآن تُجْرِي أبحاثًا، وتكتب حول قضايا محددة، مثل تسجيل البراءات في الجينات، وخصوصية المعلومات الجينية، والقوانين المتعلقة بالبنوك الحيوية، والاختبارات الجينية ذات التعامل المباشر مع المستهلك. وقد تم استخدام أبحاثها في إفادة التقارير الحكومية حول خصوصية المعلومات الجينية وقضايا الصحة المتعلقة ببراءات الاختراعات الجينية. وقد عُيِّنت مؤخرًا في لجنة ثلاثية تقوم بمراجعة براءات الاختراعات الدوائية. وتعتمد نيكول بشكل كبير على خلفيتها العلمية ـ من أساسيات علم الوراثة التي تعلمتها منذ دراستها الجامعية، حتى عملها خلال الدراسات العليا ـ وكذلك على دراستها القانونية. وتقول: «بالرغم من أنها تبدو عملية طويلة وشاقة، إلا أنها تستحق الجهد».

إن الآثار الباقية للركود العالمي تعني أن آفاق العمل للمحامين الأمريكيين الناشئين قاتمة؛ فقد أعلنت نقابة المحامين الأمريكية هذا العام أن 57% فقط من بين 46776 شخصًا حاصلين على الدكتوراة في القانون في عام 2013 ـ وهو أكبر عدد من الحاصلين على الدكتوراة في القانون على الإطلاق ـ وجدوا وظائف طويلة الأمد وبدوام كامل في مِهَن قانونية تتطلب منهم اجتياز اختبار النقابة. إذًا، ليست كل الأخبار سيئة. فالأشخاص ذوو الخلفية العلمية لديهم ميزة على أقرانهم، سواء فيما يتعلق بالتقديم في كليات الحقوق، أم في إيجاد وظائف مربحة بعد التخرج، حسبما تقول جوي بيكر بيكوك، مساعد مدير معهد قانون التقنية الحديثة في كلية القانون بجامعة سانتاكلارا في كاليفورنيا. ويهتم كثيرٌ من كليات القانون ومعاهد القانون بتدريب الطلاب ذوي الخلفيات العلمية في الفيزياء، والهندسة، وعلوم الكمبيوتر. وحالما يتأهل هؤلاء المرشحون؛ فإنهم يلقون استحسان أرباب العمل في مجالات عديدة، من بينها أشباه الموصِّلات، والخلايا الكهروضوئية، وتكنولوجيا النانو.

تقول بيكوك إن المحامين الحاصلين على الدكتوراة في علوم الحياة يُعتبَرون ذوي قيمة عالية في مجال الملاحقات القضائية لبراءات التقنية الحيوية، حيث ستكون لديهم المعرفة المطلوبة للعمل مع العملاء ومع المسؤولين فيما يخصّ حماية حقوق الملكية الفكرية. وتقول أيضًا إنه بالرغم من كونهم محاميّي ادِّعاء، إلا أن هؤلاء المحامين ـ الذين غالبًا ما يعملون لصالح مُدَّعِين أو مُتَّهَمين في قضايا التعدِّي على براءات الاختراع ـ لا تلزمهم بالضرورة خلفية علمية، إلا أنها تُعتبَر ميزة لهم. وتضيف: «الشركات تفضِّل أن توظِّف الأشخاص الذين لديهم معرفة أساسية قوية بالأمور التقنية والعلمية، حتى يكونوا قادرين على الإسراع بشكل أكبر في الجوانب التقنية لقضايا التعدي على براءات الاختراع».

«أنا أحب القانون حقًا، فالأمور المهمة يتم اتخاذ القرارات بشأنها في قاعات المحاكم. أريد فقط أن أكون جزءًا من ذلك»
كوليت أدكينز جيس

إن الجَمْع بين العلوم والقانون يمكن أن يكون طريقة لتحويل الشغف بالعلوم إلى تأثير حقيقي على أرض الواقع، وتحقيق الرضا الذاتي. تقول كوليت أدكينز جيس، العالمة التي تحوَّلت إلى محامية: «أعرف أن العلماء يسعون جاهدين ليكونوا غير متحيِّزين». وهي الآن تختص بالدفاع عن حماية الحيوانات والأنواع النادرة، لصالح «مركز التنوع الحيوي» غير الربحي، ومقره في تاكسون بأريزونا. وفي 2012، تقدمت جيس بالعريضة الأكبر على الإطلاق، المتعلقة بالزواحف والبرمائيات لقِسم «السَّمَك والحياة البرية» الأمريكي، مطالبةً بوَضْع 53 نوعًا جديدًا تحت طائلة القانون الأمريكي للأنواع المهدَّدة بالانقراض. وكانت الوثيقة في 450 صفحة، وتطلَّبت نحو عام من الإعداد، شمل مراجعة الكتابات العلمية المتعلقة، وإجراء نقاشات مع خبراء.

وباعتبارها محامية، بات بإمكانها الآن الدفاع عن تلك القضايا التي تلقى اهتمامها. وتقول: «لم يعد بإمكانك الاختباء خلف فكرة أنك تقوم فقط بتقديم الحقائق. لقد كان هذا بالنسبة لي مصدرَ ارتياح كبيرًا». ■

كاميرون ووكر كاتبة حرة، تقيم في سانتا باربارا بكاليفورنيا.

البحث والتطوير

التَّوَجُّه إلى الاستعانة بمصادر خارجية

أفادت أرقامٌ صادِرة عن المؤسسة الوطنية للعلوم الأمريكية في يوليو الماضي بأنّ شركات تصنيع الدواء الأمريكية باتت تستعين ـ بشكل متزايد ـ بمصادر خارجية فيما يخصّ البحث والتطوير، خاصةً منظَّمات البحوث التعاقديّة. ويُعَدّ هذا التغيير جيدًا بالنسبة إلى الباحثين الراغبين في الحصول على مناصب بالقطاع الصناعي. يقول جون جانكووسكي ـ مدير إحصاءات البحث والتطوير في المؤسسة الوطنية للعلوم ـ إنه في عام 1991 أنفقت شركات الأدوية حوالي 800 مليون دولار أمريكي على البحث والتطوير من مصادر خارجية، لكن هذا الرقم ارتفع ليصل إلى 13 مليار دولار في عام 2011. وهذه الزيادة تفوق مثيلاتها في أيِّ قطاع آخر. ففي عام 1991، كانت النفقات على الأبحاث العلمية الخارجية في القطاع الصناعي كله تبلغ 3.3 مليار دولار، لكن بحلول عام 2011 ارتفعت تلك النفقات لتصل إلى 25.3 مليار دولار، وذلك بالنسبة إلى الشركات المحليّة وحدها. وكان نصيب شركات الأدوية من هذا الرقم المجمَل 23% في عام 1991، لكن النسبة ارتفعت لتصل إلى 51% بحلول عام 2011. ويقول جانكووسكي إنّ جانبًا كبيرًا من هذه الزيادة يأتي من الاستعانة بمصادر خارجية في التجارب الإكلينيكية. وقد ارتفعت أعداد منظمات البحوث التعاقدية الأمريكية من حوالي 800 في عام 2000 إلى أكثر من 3100 بنهاية عام 2011، لتَفِي بالطلب المتزايد، وذلك طبقًا لمركز تافت لدراسة تطوير الدواء في بوسطن بماساتشوستس.

قانون العمل

حقوق طلاب الدراسات العليا

قدَّمت الجمعية الأمريكية لأساتذة الجامعات في واشنطن دي سي وثيقةً قانونية إلى المجلس القومي للعلاقات العمالية، تقول فيها إن طلاب الدراسات العليا الذين يعملون كمساعدين ـ ومن بينهم فَنِّيُّو الأبحاث ـ في مؤسسات خاصة يجب أن يتم اعتبارهم موظفين؛ ولذا.. يجب أن يكون لهم حق التفاوض الجماعي. وتقول الوثيقة إنه ينبغي على المجلس أن يغيِّر تعريفه لحالة الموظف، وهو تعريف يقوم على قرار صدر في عام 2004، ينصّ على أن المساعدين من طلاب الدراسات العليا في جامعة براون في بروفيدينس في رود آيلاند لا يُعتبَرون موظفين، لأن عملهم مرتبط بشكل وثيق بدراستهم. ويُعَدّ التمثيل النقابي للمساعدين من طلاب الدراسات العليا قضية شائكة. ففي عام 2012، مَنعت ولايةُ متشيجان مساعدي الأبحاث من طلاب الدراسات العليا في الجامعات الحكومية من التجمُّع في نقابة، مبرِّرةً ذلك بأنّ إعطاء الطالب صفة موظف من شأنه أن يؤثر على العلاقة بين الطلاب والأساتذة. وفي عام 2008، قام مساعدو الأبحاث في مؤسسة البحوث ـ التابعة لجامعة نيويورك الحكومية ـ بالتصويت لاختيار ممثلين نقابيِّين، بعد أنْ أصدر مجلس الجامعة قرارًا في عام 2007، يقضي بأنهم يُعتبَرون موظفين.



GILLIAN BLEASE/IKON IMAGES/CORBIS

تنوّع

على قـدم المسـاواة

تسعى الجامعات إلى تكرار تجربة نجاح برنامج توجيه بحثي، أنشأته إحدى المؤسسات الأمريكية للأقلِّيَّات في مجال العلوم.

فيرجينيا جوين

يمكن القول إنّ عالِم الفيزياء الفلكية نيل دي جراس تيسون ـ مدير قبة هايدن السماوية في نيويورك، ومقدِّم برنامج التليفزيون الأمريكي «كوزموس» ـ هو أحد أشهر العلماء في الولايات المتحدة. ومن أسباب شهرته أنه أفريقي الأصل ويعمل في مجالٍ يسيطر عليه رجال بيض. ويرى تيسون أن انخفاض أعداد الأقليات والنساء في القوة العاملة في مجالات العلوم في الولايات المتحدة يرجع بدرجة كبيرة إلى انعدام المساواة في إمكانية الوصول إلى الفرص لدخول القوة العاملة تلك.

ولحل هذه المشكلة.. تنظر الجامعات حاليًا إلى النموذج الذي ضربه «برنامج ميرهوف للعلماء» في جامعة ميريلاند بمقاطعة بالتيمور. فلقد صاغت معادلة لتوجيه الطلاب المنتمين إلى مجموعات الأقليات التي تعاني من ضعف التمثيل في المجالات العلمية، والمساعدة على الأخذ بأيديهم إلى المسارات المهنية في مجالات العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات. ويبدو أن هذه المعادلة ناجحة، فالعلماء الأمريكيون من أصل أفريقي في برنامج ميرهوف لديهم خمسة أضعاف الاحتمالات لأنْ يكملوا الدكتوراة في مجالات العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات عن أقرانهم في الجامعات الأمريكية الأخرى (K. I. Maton *et al*. *Mt Sinai J*. *Med*. **79**, 610–623; 2012).

والآن، وفي ظل تمويل يبلغ 7.75 مليون دولار أمريكي ـ مقدَّم من معهد هاورد هيوز الطبي ـ تحاول جامعتا بنسيلفانيا ستايت في يونيفيرستي بارك، ونورث كارولينا في شابل هيل أن تكرِّرا هذا البرنامج، الذي استطاع على مدار عقدين ونصف من الزمان أن يتصدر البلاد في عدد طلاب الأقليّات الذين يكملون دراستهم حتى الحصول على الدكتوراة في مجالات العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات.

وتبلغ نسبة الأقليّات في الولايات المتحدة نحو 30% من السكان، لكنهم يمثلون 9% فقط من القوة العاملة في مجالات العلوم في البلاد، طبقًا للمعاهد الوطنية الصحية الأمريكية. وكانت نسبة طلبات الحصول على المِنَح للبحوث الأساسية التي تلقَّتها المعاهد ما بين عامي 2000 و2008 من جانب باحثين أمريكيين من أصل أفريقي هي 1% فقط، كما أن احتمال فوز المتقدمين البيض بتلك المنح يقارب ضعف احتمال فوز السود بها (انظر: *Nature* http://doi.org/ b58f62; 2011).

وهناك أكثر من 900 خريج من برنامج ميرهوف، الذي أُنشئ في عام 1988، من بينهم 184 حصلوا على الدكتوراة في مجالات العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات؛ ويعملون الآن أعضاء في هيئات التدريس، أو علماء حكوميين، أو أطباء إكلينيكيين.

ولا يهدف مشروع تَبَنّي برنامج ميرهوف في جامعتي بنسيلفانيا، ونورث كارولينا فقط إلى تطبيق البرنامج، ولكنْ أيضًا إلى دراسة أفضل الطرق لتشكيله ليناسب الثقافات المختلفة لكل جامعة. ويقول ديفيد أساي كبير مديري التعليم العلمي في معهد هاورد هيوز: «هناك جامعات أخرى حاولت تطبيق مكونات مفردة لبرنامج ميرهوف، لكنْ لم يحقق أيٌّ منها نجاحًا مماثلًا (بدون هذا النهج الكُلِّي)».

ويتألف البرنامج من عدة «تدخلات» تتم عبر مسار الدراسة الجامعية للطالب، تبدأ بحزمة مساعدات مالية لمدة أربع سنوات، وبرنامج «ربط» صيفي مكثف، مدّته ستة أسابيع؛ لإعداد الطلاب للدراسة الجامعية، ويستكمل مع مجموعات دراسية، ودروس خاصة، واستشارات، وفترات تدريب بحثية عبر سنوات الدراسة الجامعية.

إن برنامج الربط مصمَّم لمساعدة الطلاب على إنشاء صلات مع بعضهم البعض، والاستعداد لقساوة المقررات الدراسية الجامعية. تقول ليكيليا جينكنز، التي كانت في الدفعة الخامسة من طلاب ميرهوف في جامعة ميريلاند، وهي الآن عالِمة في مجال الحفاظ على الأنواع البحرية في جامعة واشنطن بسياتل: «لقد كان الربط الصيفي محوريًّا بالنسبة لي». وتضيف قائلةً إن الصداقات التي كوَّنتها في هذا البرنامج ساعدتها على الاستمرار، رغم التقلُّبات التي واجهتها في الدراسة الجامعية، والدراسات العليا.

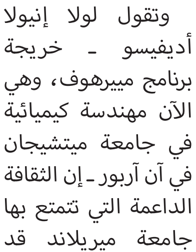
تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

ويعيش طلاب ميرهوف معًا في الأماكن السكنية نفسها خلال عامهم الجامعي الأول، ويتم تشجيعهم بشدة على الإبقاء على مجموعات الدراسة. ويقدم الأساتذة المستشارون التابعون للبرنامج للطلاب رؤى حول الدورات الدراسية والخبرات البحثية، ويقدم الأقران وطلاب الدراسات العليا دعمًا معنويًّا، كما تقدِّم شبكة من موجهي ميرهوف نصائح للمسار العلمي.

ويوفر البرنامج لطلابه دورات تدريبية بحثية خلال الصيف؛ ليتمكّنوا من اكتساب خبرة العمل في المختبَر.

وفي مسعى لتحسين الأعداد الضئيلة للطلاب الجامعيين المنتمين إلى الأقليات الذين يكملون الدراسة حتى الدكتوراة في جامعتي بنسيلفانيا، ونورث كارولينا ـ وهم أقل من 10 طلاب سنويًّا في كل من الجامعتين ـ طلب مديروها استشارة ميكيل سامرز ـ عالِم الكيمياء الحيوية في جامعة ميريلاند ـ الذي ساعد في تصميم برنامج ميرهوف الأصلي. وقد أدَّت هذه النقاشات إلى تقديم عرض مشترك إلى معهد هاورد هيوز الطبي لدراسة كيفية تطبيق البرنامج في كل من الجامعتين. وقد وافق المعهد في مايو الماضي على الالتزام التمويلي لمدة خمسة أعوام.

ويُعتبَر التكيُّف مع الجامعة تحدِّيًا بالنسبة إلى كثير من الطلاب، وهو ما يزيد من أهمية بناء ثقافة مؤسسية لدعم طلاب الأقليات، حسبما تقول ماري ويليامز، العميد المساعد للتعليم الجامعي في جامعة بنسلفانيا.



«لقد كان الربط الصيفي محوريًّا بالنسبة لي»

ليكيليا جينكينز

وتوضح أن الجامعة تسعى إلى اعتناق فكرة أن التميُّز يتحقق من خلال التنوع، وأن هذا المشروع سيساعد على التخلص من القوالب النمطيّة.

وتقول لولا إنيولا أديفيسو ـ خريجة برنامج ميرهوف، وهي الآن مهندسة كيميائية في جامعة ميتشيجان في آن آربور ـ إن الثقافة الداعمة التي تتمتع بها جامعة ميريلاند قد يكون من الصعب تكرارها في مؤسسات أخرى. وتوضح قائلة: «لقد انطلقت جامعة ميريلاند على أساس أنه بإمكان طلاب الأقليّات أن يحقِّقوا مستويات مماثلة لطلاب الأكثرية، وأسهَم أعضاء هيئة التدريس كافّة والعاملون في دعم هذا الحس بالانتماء المجتمعي». وتضيف قائلةً إن البيئة المغذية لتلك الثقافة توجد ابتداء من رئيس الجامعة، حتى بقية أعضاء الجامعة. لقد أحرزَتْ أعلى الدرجات في جامعة ميريلاند، وهي تعلِّق على ذلك بقولها: «لأنني كنت محاطة بهؤلاء الدافِعِين لي لأنْ أُحْسِن الأداء».

وغالبًا ما يصبح طلاب ميرهوف السابقون موجهين. وفي المعتاد، يقوم كافوي دزيراسا ـ عالم الهندسة العصبية في المركز الطبي بجامعة ديوك في دورهام بولاية نورث كارولينا، وخريج هذا البرنامج ـ بإحضار طلاب من ميرهوف إلى مختبره كمتدربين. ويؤكد دزيراسا على أهمية اكتساب الخبرات البحثية في



«الهدف هو أن نتعلم من تلك البرامج؛ ليتشجع آخرون على تجربتها»

ديفيد أساي

مساعدة الطلاب على اتخاذ قراراتهم بشأن المسار المهني. وكان دزيراسا قد حصل على منصب وظيفي في شركة بترول، بعد أن أمضى فترة تدريب ناجحة في جامعة لانكاستر بالمملكة المتحدة، ثم أدرك أن العمل في المجال الصناعي لا يناسبه. ويقول: «كان أمرًا مهمًّا لمعرفة ما لم أرِدْ أن أفعله». والآن، يستمتع دزيراسا بعمله في مساعدة طلاب ميرهوف الحاليين عبر رحلتهم الأكاديمية.

وسوف تكون هناك تحديات خلال ترجمة هذا البرنامج في مؤسسات أخرى. وسيكون على جامعتي بنسلفانيا، ونورث كارولينا أن تقوما بتحديد كيفية معرفة الطلاب الذين سينجحون في هذا البرنامج، حسبما يقول رئيس جامعة ميريلاند، فريمان هرابووسكي. فالمتقدمون إلى البرنامج الخاص بجامعة ميريلاند يتم ترشيحهم من جانب مديري المدارس الثانوية ومستشاري التوجيه والمدرسين. ويتم اختيار المجموعة النهائية على أساس نِيَّتهم استكمال درجة علمية متقدِّمة في مجالات العلوم، والتقنية، والهندسة، والرياضيات، وأيضًا على أساس سِجِلّهم الأكاديمي، ودرجات الاختبارات، وخطابات التزكية، وأنشطة الخدمة المجتمعية.

ومن المقرَّر أن تعمل جامعة ميريلاند مع جامعتي نورث كارولينا، وبنسلفانيا على تحديد كيفية تَبَنِّي البرنامج ليلائم ثقافة كل جامعة، وديموجرافيتها، وملفّها البحثي، وكيفية توثيق إسهام كل جانب من البرنامج في نجاحها الكلي. وعلى سبيل المثال.. سيكون على الجامعتين أن تقوما بتقييم قدر الاستعدادات الأكاديمية الضرورية للطلاب؛ لينجحوا. ويقول أساي: «إذا كنا جادِّين في حمل الجامعات البحثية الأخرى على تجربة برامج خاصة بهم، فعلينا أن ننظر إلى كل مكوِّن من مكونات البرنامج؛ لمعرفة كيف يمكن أن ينجح، وأين، وما هي التعديلات التي من الضروري القيام بها».

وحالما يتم تطبيق برنامجي جامعة نورث كارولينا، وجامعة بنسلفانيا، سوف يحاول كلاهما التوسع ببطء؛ ليشمل ما بين 35 و40 طالبًا. ويأمل هرابووسكي وأساي أن تساعد استفادتهم من المشروع على تشجيع جامعات ومؤسسات ووكالات أخرى على تَبَنِّي البرنامج.

ويقول أساي: «ينبغي علينا في التعليم العلمي أن نتطلع إلى إيصال البرامج الفعالة، وليس من الضروري أن تكون كل البرامج جديدة. إن الهدف هو أن نتعلم منها؛ ليتشجع آخرون على تجربتها».

ويتفق هرابووسكي معه قائلًا: «إن الرؤية لا تنطوي ببساطة على إنشاء برنامج يشجِّع على التنوع في العلوم، ولكن على إنشاء برنامج يعمل على إنتاج أفضل علماء في العالم. هذه هي الرؤية الثورية». ■

فيرجينيا جوين كاتبة حُرَّة تقيم في بورتلاند، أوريجون.

البيئة الأكاديمية

التحقيق في سياسات أبحاث ما بعد الدكتوراة

أشارت دراسة مَسْحِيَّة إلى أن أقل من ثلثي المؤسسات الأمريكية تفيد بأن باحثيها في أبحاث ما بعد الدكتوراة يحصلون على أجور تفي بالحد الأدنى الذي تنصح به المعاهد القومية للصحة الأمريكية، البالغ 39264 دولارًا أمريكيًّا. وأفاد نحو 95% من المؤسسات التي شاركت في الدراسة بأن مزايا الرعاية الصحية متاحة لباحثي ما بعد الدكتوراة الذين يعملون موظفين تحت منحة باحث رئيس، لكن أقل من ثلثيها تقدِّم مثل هذه المزايا للباحثين المصنَّفين كمتدربين، أو الحاصلين على زمالات.

نشرت الجمعية الوطنية لباحثي ما بعد الدكتوراة الأمريكية في واشنطن دي سي ـ التي تمثل نحو 70 ألف باحث في أبحاث ما بعد الدكتوراة عبر 190 مؤسسة أمريكية وكندية ـ هذا الشهر بيانات أوّلية من دراسة مسح السياسة المؤسسية. وبناء على نتائج دراسة المسح لعام 2011، قامت الجمعية باستطلاع آراء 167 مؤسسة خاصة وعامة وحكومية حول سياسات أبحاث ما بعد الدكتوراة، المتعلقة بالأجور والمزايا، وخدمات التطوير المهني، وممارسات التتبُّع الوظيفي، وغيرها. وقد تلقَّت ردودًا كاملة من 74 مؤسسة.

لم يسبق أنْ أنتجت أيّ وكالة أو منظمة معلومات مماثلة عن باحثي ما بعد الدكتوراة. وتقدِّر الجمعية الوطنية لباحثي ما بعد الدكتوراة أن هناك ما يصل إلى 91000 باحث في أبحاث ما بعد الدكتوراة في الولايات المتحدة، ومن بينهم غير الأعضاء في الجمعية.

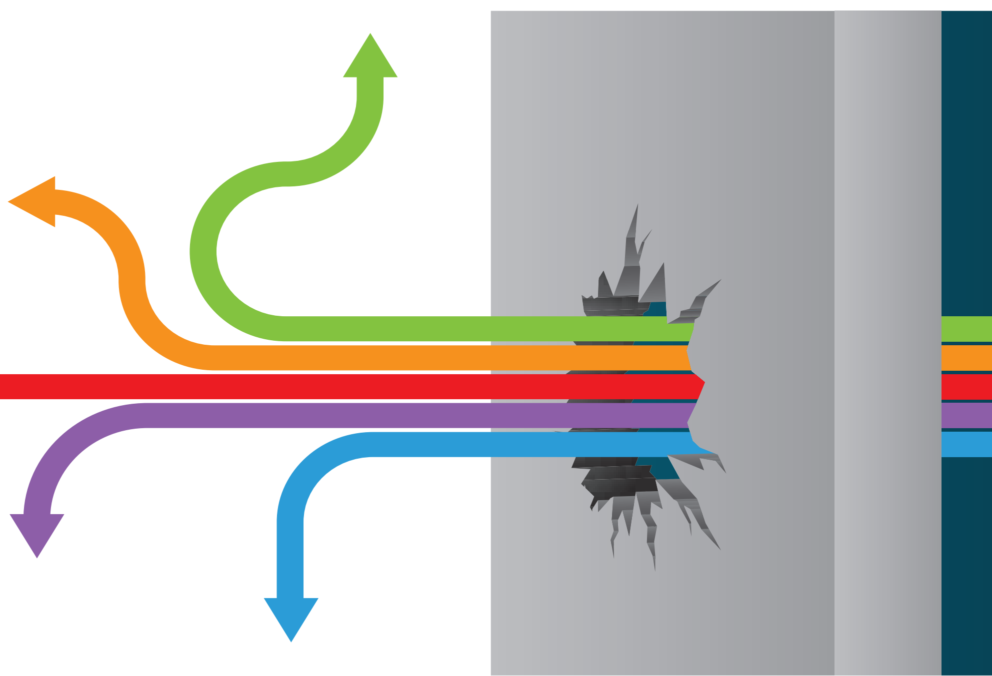
أظهرت نتائج المسح أن خدمات التطور المهني لباحثي ما بعد الدكتوراة تتباين بشكل كبير. فعلى سبيل المثال.. تُقدِّم حوالي 96% من المؤسسات تدريبًا على كتابة طلبات الحصول على المِنَح، بينما تتيح ثُلُثَاها فقط برامجَ حول مهارات العرض والتقديم، ويوفر جزءٌ صغير منها تدريبًا على مقابلات الوظائف، أو فاعليّات التواصل، أو مواعيد مخصَّصة للتوجيه المهني. وعلى الأخص، فإن المؤسسات التي لديها أقل من 750 باحثًا في أبحاث ما بعد الدكتوراة تقدم خدمات هزيلة. وتقول نحو 57% من المؤسسات إنه ليس لديها كتيب إرشادي لباحثي ما بعد الدكتوراة، كما أن حوالي خُمسها لا تضع حدًّا للفترة التي يمكن تصنيف الباحث فيها على أنه من باحثي ما بعد الدكتوراة. وقالت ست مؤسسات فقط من المؤسسات إنّ لديها نظامًا لتعقُّب المنحنى الوظيفي لباحثي ما بعد الدكتوراة، بعد أن يغادروها.

تقول بيليندا هوانج ـ المديرة التنفيذية لجمعية باحثي ما بعد الدكتوراة ـ إن الجمعية تُعِدّ تقريرًا حول نتائج الدراسة، ليتم توزيعه على صُنّاع السياسات، والمموِّلين، ومديري الجامعات، والمؤسسات. وسوف يطالب التقرير بالمزيد من التدريب على المسارات المهنية خارج البيئة الأكاديمية، إلى جانب المزيد من تعقُّب باحثي ما بعد الدكتوراة بعد مغادرتهم. وتضيف هوانج: «الآن لدينا بيانات رقميّة قوية».





HADAR GOREN
ANTHONY HARRIS/PHOTOGRAPHIC.INC. SEATTLE
29MOKARA /SHUTTERSTOCK



IVCANDY/ISTOCK VECTORS/GETTY

أبحاث متعددة التخصصات

الخــروج من المــأزق

الباحثون الذين يعملون في ملتقى تقاطع تخصصات علمية مختلفة بإمكانهم الاستمرار في أبحاثهم المبتكرة، دون التضحية بتطورهم المهني.

فيرجينيا جيوين

الإلكترونيات القابلة للحرق، والاتصالات البكتيرية، والتنبؤ بالهجرة الجبرية.. ثلاثة موضوعات بحثية قد تبدو كأنها لا رابط بينها، لكنها تشترك في صفة جوهرية، فكلها أمثلة للمشروعات الموجَّهة بالحلول التي تتطلب خبرة واسعة متعددة التخصصات.

بدأت الأبحاث متعددة التخصصات تجذب اهتمامًا كبيرًا؛ وتمويلًا كبيرًا كذلك. فقد طلبت المؤسسة الوطنية الأمريكية للعلوم هذا العام ـ على سبيل المثال ـ 63 مليون دولار (وهو مبلغ أكبر بنسبة 210% من المبلغ المطلوب في عام 2012) لتمويل برنامج المِنَح INSPIRE (تعني حروف الاختصار «الدعم المتكامل من المؤسسة لترويج الأبحاث، والتعليم متعدِّد التخصصات»)، وهو برنامج يشجع على إجراء الأبحاث في القضايا العلمية المعقدة، مثل مراقبة المناخ والغلاف الجوي، واستعادة المياه الجوفية، وتحليل التأثيرات فوق الجينومية epigenomic analysis في الخلايا المفردة. وفي وقت يشهد ركودًا ـ بل وتقلُّصًا ـ في حجم مبالغ التمويل المخصَّصة للأبحاث، تبدو مثل هذه التخصصات الواعدة اختيارًا ذكيًّا، خاصةً للباحثين الذين يبدأون مسيرتهم المهنية.

تجمع الأبحاث متعددة التخصصات بين خبرات متفرقة تتضافر لتكوين مجال بحثي واحد، أو لحل مشكلة متعددة الجوانب. فالتقنيات فائقة الدقة Nanotechnology ـ على سبيل المثال ـ تتطلب المعرفة بالكيمياء، والأحياء، والفيزياء. أمّا السيطرة على الأمراض، فتتطلب جهود علماء الأحياء الجزيئية، وخبراء الإحصاء الحيوي، ومسؤولي الصحة العامة، وعلماء الاجتماع، ومشاركتهم جميعًا في ذلك. وعلوم البيئة بدراستها للنظم البيئية المتشابكة، وتأثيرها على السياسات، هي في جوهرها مجال متعدِّد التخصصات.

وقد حَذَت بريطانيا حذو الولايات المتحدة الأمريكية؛ فخصَّصت مبالغ لتمويل الأبحاث متعددة التخصصات (انظر: «مساعدة الباحثين متعدِّدي التخصصات»). وحدَّدت المجالس البحثية البريطانية Research Councils UK ـ التي تضم تحت لوائها سبعة مجالس بحثية بريطانية ذات تمويل حكومي ـ أولوية التمويل لستة مجالات بحثية، منها: الطاقة، والأمن الغذائي العالمي. وفي عام 2012 انضمت هذه المجالس إلى وكالات التمويل من الدول الأخرى في مبادرة قيمتها 20 مليون يورو (27 مليون دولار) لدعم الأبحاث في المشكلات الدولية عابرة التخصصات، مثل الأخطار المحدقة بالسواحل وتوفير المياه العذبة.

هيئات تمويل الأبحاث ليست هي المؤسسات الوحيدة التي تشجع العلماء الشباب على إجراء الأبحاث التي تتلاقى فيها تخصصات علمية متباينة. فقد بدأت الجامعات تُجْرِي تغييرات هيكلية؛ لتعزيز الأبحاث متعددة التخصصات. ومن أبرز هذه التغييرات إنشاء مراكز أو معاهد متعددة التخصصات.

في العام الماضي، أنشأت جامعة ستانفورد في كاليفورنيا معهدًا للعلوم العصبية، وآخر للأحياء الكيميائية، ليصل عدد المختبرات والمراكز والمعاهد المتعددة التخصصات إلى 18 مختبرًا ومركزًا ومعهدًا. وفي المملكة المتحدة، أُعيدت هيكلة جامعة هيريوت وات في إدنبرة في عام 2012 إلى 9 معاهد علمية وهندسية و20 مركزًا متعدد التخصصات في مجالات معينة، مثل تصميم المباني المستدامة، والمِجَسَّات والإشارات والنظم، ونظم المحيطات.

قياس المؤشرات

إنّ الأبحاث متعددة التخصصات لها سلبياتها، فربما ـ وعلى عكس المفترَض ـ يجب على الباحثين متعددي التخصصات أن يحددوا لأنفسهم تخصصًا علميًّا لإقامة كيان متماسك من الأبحاث من عدة مسارات متفرقة. وقد يكون ذلك عسيرًا، إذا كان الهدف هو الابتكار، وليس نشر الأبحاث. وقد تصبح مؤشرات التقييم فخًّا كبيرًا. فما زال النشر في الدوريات عالية التأثير هو المقياس الرئيس لقرارات الترقية والتعيين في عديد من الدول. ففي المملكة المتحدة، تمثِّل الأبحاث عالية التأثير ـ التي يقدمها كل باحث ـ الأساس في المقارنة لما يُعرف باسم «إطار التميز البحثي Research Excellence Framework»، وهو معيار حكومي للتقييم، يقاس كل ست سنوات، ويحدِّد مستويات التمويل الجامعي. ولأن التقييم يجعل المنجزات البحثية (الأبحاث عالية التأثير) تمثل 65% من إجمالي الدرجات، فإن الأبحاث متعددة التخصصات لا تتأهل للحصول على مِنَح تمويل كبيرة في ظل معايير التقييم في كل تخصص علمي. النتيجة هي فجوة كبيرة بين العدد المتزايد من الحوافز التي تُمنح لإجراء أبحاث متعددة التخصصات، ومستوى الترقية المهنية المتاحة في ظله. فحتى الحصول على منصب باحث صغير في مجال البحوث متعددة التخصصات أصبح محفوفًا بالصعوبات (انظر: *Nature* **476**, 115–117; 2011). أما التقدم المهني لمنجزات الأبحاث ذات التخصصات غير التقليدية، فتعترضه تحديات أكبر بكثير.

الباحثة ستيفاني فيرمان ـ وهي باحثة مرموقة تشغل منصبًا مزدوجًا في كلية بارنارد وجامعة كولومبيا في مدينة نيويورك ـ شاهدة على هذه الصعوبات، إذ تعرَّضت اهتماماتها بقضايا السياسات للإحباط في بداية مسيرتها المهنية، عندما نصحها مشرفوها وآخرون بتأجيل أفكارها حتى تترسخ أقدامها في مهنتها. وفي ضوء التحديات التي تصاحب الاهتمامات الواسعة في مقتبل حياتها المهنية، ارتأت أنها نصيحة جيدة حينذاك، ولكن تجربتها قادتها إلى إعداد تقرير، عنوانه «توظيف الباحثين متعددي التخصصات والتطور المهني: إرشادات للأفراد والمؤسسات»، نشرته في عام 2011 من خلال المجلس الوطني للعلوم والبيئة (انظر: «نصائح سريعة»).

تحديات القوة والانتشار

الباحثون متعدِّدو التخصصات لديهم اهتمامات متنوعة، ولهذا.. تُنشر أبحاثهم في دوريات تتناول تخصصات مختلفة، وأحيانًا غير مترابطة، لكن الأكاديميين لن يتقدموا مهنيًّا إذا لم يصبح بالإمكان تحديد تخصص علمي أو مسار لخبراتهم بسهولة. ما العمل إذن؟ تقول فيرمان إن الأكاديميين متعدِّدي التخصصات ينبغي أن يعتبروا أنفسهم كشجرة، لها جذعٌ رئيس من الأفكار، ولكنْ لها أيضًا جذور وفروع بإمكانها الاتصال والارتباط بالجذور والفروع الأخرى. كما أشارت إلى سولومون سيانج، وهو عالِم متخصص في البيئة في جامعة كاليفورنيا، بيركلي، والمؤلف الرئيس لتقرير «أعمال خطرة: المخاطر الاقتصادية للتغير المناخي في الولايات المتحدة الأمريكية»، وهو تقرير عالي التأثير، تم نشره في شهر يونيو الماضي. يمزج سيانج بين المجموعات الكبيرة المستقلة من العلوم الاجتماعية، والبيانات الخاصة بالمناخ والطقس مع المناهج الإحصائية الشائعة في الاقتصاد الجزئي أكثر من العلوم الطبيعية. يقول سيانج: «يمكنني أن أقدِّم المعلومات نفسها باستخدام البيانات نفسها لعلماء المناخ ولعلماء الاقتصاد الجزئي، ولكنها ستبدو مختلفة تمامًا في كل مرة.» ويرى سيانج

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

أنه أنجز عملًا يضاهي رسالتَي دكتوراة؛ من أجل الوصول إلى نقطة وسط بين التخصصين، ولكنه جنى ثمار تلك الجهود من خلال تمكينه من إجراء الأبحاث المبتكرة.

يقول سيمون جورينج، باحث ما بعد الدكتوراة، يدرس علم الحفريات البيئي في جامعة ويسكونسن – ماديسون: «من تحديات إجراء الأبحاث متعددة التخصصات أنه ليس من الواضح دائمًا القسم الأكاديمي الذي يناسب أبحاثك». وقد تم إلحاق سيمون ـ على سبيل المثال ـ بقسم الجغرافيا، ولكنه يقول إن أبحاثه عن الأنماط البيئية على النطاق القارّي هي أقرب إلى علم الأحياء.



«إذا حاولتَ أن تكون في كل مكان؛ فلن تحصل على أيّ تقدير في أيّ مكان».
ستيفاني فيرمان

تقول لورا مير ـ شريك أول في شركة مجموعة تطوير التكنولوجيا Technology Development Group، وهي شركة مقرها مدينة (فيفي) بالمملكة المتحدة، تقدم المشورة لمؤسسات التعليم العالي والهيئات البحثية حول كيفية إجراء التغييرات الاستراتيجية ـ إنّ القسم الأصلي سوف يريد تقييم أي عضو من أعضائه بناءً على التخصص الجوهري للقسم. وقد أجرت مير حوارًا مع رئيس القسم حول الباحثين الحاصلين على الدكتوراة في تخصصات متشابكة، الذين يلتحقون بقسمه. وأشاد رئيس القسم بجودة أبحاثهم وأفكارهم، ولكنه اعترف بأنه لن يُقْدِم على تعيين أيٍّ منهم، لأنه يحتاج إلى أساتذة ومحاضرين يدرسون المقررات التمهيدية للقسم.

قد يكون أكثر ما يؤرِّق الباحث متعدد التخصصات من الناحية المهنية التساؤل حول مدى كفاءة لجان التعيين المتخصصة في عِلْم واحد في تقييم تأثير أبحاثهم بصورة كافية. فهذه اللجان ـ في الغالب ـ تعطي أهمية وثقلًا كبيرًا لخطابات التزكية الخارجية من طاقم التدريس في المؤسسات الأخرى. وتصف بريامفادا ناتاراجان ـ وهي عالمة فلك في جامعة ييل في نيو هافين بولاية كونيتيكت ـ تأثير الأزمة على عالِم الفيزياء الأحيائية الذي يجري أبحاثه على تدفُّق السوائل على سبيل المثال، حيث تقول إنه من المحتمَل أن الأستاذ الذي يكتب له خطاب التزكية قد يكون عالم أحياء لا يقدِّر كثيرًا الإسهام البحثي لهذا العالِم، وليس عالم فيزياء يعمل على تدفق السوائل. وتقول ناتاراجان: «تَنْتُج عن هذه الأنواع من المواقف مفاجآت في الترقية والتعيين».

تحديد الأولويّات

إحدى طرق ضمان الترقية المهنية معرفة كيفية قياس إدارة الجامعة للنجاح الأكاديمي. ويرى مايكل بينفورد ـ الذي يدرس التغييرات في استخدام الأراضي في جامعة فلوريدا في جينسفيل ـ أن الباحثين متعدِّدي التخصصات يُفترَض فيهم إنجاز أوراق علمية أكثر إذا كانوا يعملون ضمن فرق علمية منتجة. ويقول إنه لضمان وجود عدد كافٍ من الباحثين المؤلفين، ينبغي لهؤلاء الباحثين أن يحددوا إسهاماتهم، ويحوِّلوا ذلك إلى ورقة بحثية.

ربما تُشْرِف لجان الترقية على منجزات الباحثين متعددي التخصصات، خاصة إذا كانت هذه المنجزات بمثابة برنامج كمبيوتر، أو أداة إحصائية. وفي ورقة بحثية نُشرت في فبراير الماضي (S. J. Goring *et al*. *Front*. *Ecol*. *Environ*. **12**, 39–47; 2014)، عبَّر جورينج وزملاؤه عن مخاوفهم وقلقهم من التقييم، وفقًا لمؤشرات النجاح التقليدية، وقال إنّ لِجَان الترقية الوظيفية ينبغي أن تُبادِر بتقييم إنشاء مجموعات البيانات، والمدوَّنات، ووسائل الإعلام الاجتماعي، والأنشطة المرتبطة بالسياسات.

تؤكِّد مير أنه ينبغي للباحثين متعدِّدي التخصصات تسليط الضوء على قدراتهم الفريدة. وتقول: «لا تَخْشَ أن تقول إنك تمكِّن الموظفين من الفرق والإدارات والأقسام المختلفة من التعاون معًا». وأضافت أن الفِرَق التي تفوز بمِنَح بحثية عابرة للتخصصات هي التي يوضِّح أعضاؤها في مقترحهم البحثي أنهم يقضون الوقت في بناء الثقة، وتَعَلُّم لغات بعضهم البعض.

يرى ديفيد هاسينزال ـ العميد الجديد المُعَيَّن لكلية العلوم الطبيعية في جامعة ولاية كاليفورنيا في شيكو ـ أن الباحثين الذين ينشدون المناصب الأكاديمية ينبغي عليهم تقييم سِجِلّ الجامعة في دعم وتقييم الأبحاث متعددة التخصصات قبل قبول أي منصب فيها. وأشار ـ على سبيل المثال ـ إلى أداة تُسَمَّى STARS (تعني الحروف الأولية «نظام الاستدامة والتتبع والتقييم والتصنيف»؛ (https://stars.aashe.org)، أنشأتْها رابطة تطوير الاستدامة في التعليم العالي في دينفر، بولاية كولورادو، من أجل تحديد الجامعات والكليات التي تمنح الأبحاث متعددة التخصصات القيمة نفسها التي تمنحها للأبحاث التقليدية وحيدة التخصص.

والحقيقة أن الأبحاث متعددة التخصصات لا تضم تخصصات مختلفة فحسب، بل وثقافات أكاديمية مختلفة أيضًا، حيث يتولى الباحثون غالبًا مناصب مزدوجة في قسمين مختلفين بالجامعة، أو الكلية. مِثْل هذه المناصب محفوفة بالمخاطر، لأن الباحث فعليًّا يصبح تحت إشراف رئيسين، قد يختلفان في الآراء حول الإنجازات المطلوبة للبقاء في المنصب والترقية.

من إحدى طرق التعامل مع هذه المخاطر.. تكوين شبكة كبيرة في القسمين، ولكن بعض الباحثين يحذِّرون من تشتيت جهودهم أكثر من اللازم. تقول ستيفاني فيرمان: «إذا حاولتَ أن تكون في كل مكان؛ فلن تحصل على أيّ تقدير في أيّ مكان.» وتضيف فيرمان قائلةً إن الظهور والتكريم أمران حيويّان للباحثين والعلماء في مقتبل مسيرتهم الأكاديمية. ويجدر بالعلماء الشباب تركيز جهودهم على اجتماع أو مؤتمر كبير خاص بتخصُّص معين قريب من تخصصاتهم المتعددة؛ من أجل تكوين شهرة، وبناء صِيت لأنفسهم في هذا المؤتمر.

يقول هاسينزال: «إنّ أيّ منعطف مهني في النهاية لا بد أن تؤيده قصة متماسكة، والباحثون في بداية حياتهم المهنية بحاجة إلى توضيح مدى ارتباط أبحاثهم بأجندة بحثية مهمة ومبتكرة. فذلك هو قوام الحياة الأكاديمية برمتها.» ■

فيرجينيا جوين كاتبة مستقلة تقيم في بورتلاند، ولاية أوريجون.

مساعدة الباحثين متعدِّدي التخصصات

تقدِّم جهات التمويل والمؤسسات الدعم والمساندة

جامعة جنوب كاليفورنيا في لوس أنجيليس هي إحدى المؤسسات الأمريكية القليلة التي قامت بتعديل إرشادات الترقية والتعيين لهيئة التدريس من الباحثين متعدِّدي التخصصات. وفي عام 2011، سمحت الجامعة لِلجان التقييم بدراسة خطابات التزكية من خليط من الأقسام. وفي العام الماضي، قدَّمت إرشادات لتقييم المنجزات الأكاديمية الأخرى، إلى جانب المقالات والأوراق البحثية المنشورة في الدوريات العلمية والأكاديمية، بما في ذلك مجموعات البيانات المحسَّنة، والبرمجيّات، والأدوات التعاونية.

تشجِّع جهات التمويل كذلك على التعاون البحثي متعدِّد التخصصات. فمنحة سكوتيش كروسيبل Scottish Crucible ـ التي تم إطلاقها في عام 2009، ويموِّلها جزئيًّا مجلس التمويل الإسكتلندي ـ تقدِّم برنامجًا للتدريب على الاتصالات والقيادة لمدة ثلاثة أشهر لثلاثين باحثًا يجري اختيارهم من تخصُّصات واسعة النطاق.

تقدِّم المنحة ما يشبه «لقاءات التعارف السريعة» للمشاركين، من خلال حَثِّهم على مشاركة أفكارهم وأعمالهم مع بعضهم البعض، وتشجيعهم على عقد اتفاقيات شراكة مهمة ومفيدة لجميع الأطراف.

وفي النهاية، بإمكان المشاركين تقديم المقترحات البحثية للمشروعات التعاونية. وبدأت تظهر مِنَح مماثلة لمنحة «سكوتيش كروسيبل» في المناطق الأخرى من المملكة المتحدة، فهناك «ويلش كروسيبل»، و«ساوث ويست كروسيبل». **فيرجينيا جوين**

نصائح سريعة

التنقل بين التخصصات العلمية المختلفة

تقترح ستيفاني فيرمان ـ كبيرة الباحثين في جامعة كولومبيا في نيويورك سيتي، التي نشرت تقريرًا عن كيفية التعامل مع قضايا الأبحاث متعددة التخصصات ـ أربع طرق لمساعدة الباحثين على تحديد مسارهم المهني الخاص.

- التأكد من أنّ سيرتك الذاتية تعكس بوضوح إسهاماتك العلمية، ومدى أهميتها للمشروع الكُلّي.
- حضور المؤتمرات في تخصُّصك الجوهري، وإلقاء محاضرة حول موضوعك البحثي؛ لتسليط الضوء على أهميته، ومساعدتك في تكوين علاقات مع الباحثين الآخرين.
- توضيح مدى انتشارك الأكاديمي، وتضمين روابط لصفحتك على Google Analytics ـ على سبيل المثال ـ واستخدامها كمؤشر للاستشهاد، لأنها توضِّح تأثيرك على نطاق واسع.
- توسيع شبكتك من خلال التواصل مع مؤلفي الأوراق العلمية التي تستشهد بسيرتك الذاتية.

فيرجينيا جوين

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

عيد ميلاد بِينْجِي

حان وقت الابتكار.

جون جرانت

كانت لوسي تعشق زوجها هيرام، لكنه عندما أخبرها بالهدية التي ينشدها ابنهما بِينْجِي في عيد ميلاده الثالث عشر، كادت تختنق أثناء تناولها الطعام.

قالت مذهولة: «ماذا يريد؟»

أجابها زوجها مجددًا: «يريد كَوْنًا»

«لكن الأكوان باهظة الثمن!»

«يقول إن رفاقه جميعًا لديهم أكوان».

«لكنَّ آباءهم يحقِّقون مكاسب طائلة. أما أنا، فما زلتُ أعمل في الإدارة المتوسطة».

قال هيرام لها مفسرًا: «مارك بولوك حصل على كَوْنٍ كهدية في عيد ميلاده العاشر. بينجي لا يغالي في طلبه. بِنلوبي سوندرز —»

«تلك الطفلة التافهة!»

«بِنلوبي سوندرز لديها كَوْن، وكذا دوين سيمونز، ولوتي ماكفي، وديني باردن ... حسنًا، ديني باردن لديه مجموعة مَجَرِّيَّة، لكن والدة ديني كانت عاطلة عن العمل خلال العامين السابقين. و—»

«حتى لو».

هَزَّ هيرام كتفيه، وقال: «بينجي سيتم الثالثة عشرة من عمره. ولعل هذا هو عيد الميلاد الأخير الذي سينعم به كصبي صغير. ولعل اهتمامه سينصرف إلى الفتيات في العام القادم».

هَزَّا كتفيهما معًا.

قالت بِرِيبَةٍ: «يجب أن نتقشف أنا وأنت، ونَدَّخِر من أجله».

«يمكننا أن ندبِّر الأمر لبطلنا الصغير».

بعدها بثلاث ليال، عندما وصلت لوسي إلى البيت من عملها، استطاعت أن تخمِّن من نظرة زوجها هيرام المنتصرة أنه استطاع أن يُؤَمِّن شراء الكَوْن. وبدا أن الأمر استغرق بينجي كثيرًا؛ كي يشعر بالنعاس تلك الليلة، واستغرقه الأمر وقتًا أطول، كي يقتنع أخيرًا بالخلود إلى النوم.

«لِنُلْقِ نظرة عليه»، هكذا همست لوسي، إذ تأكدت أخيرًا أن الصبي خلد إلى النوم.

ساقها هيرام إلى غرفة النوم، وفتح باب خزانة الملابس.

قالت وهي تنظر إلى الصندوق: «هل هذا هو؟»

قال هيرام متباهيًا: «الكون AC49، الذي أراده ابننا تحديدًا. حصلتُ على خصم كبير، لأنني دفعتُ نقدًا».

«لا يبدو أنه كلَّفك الكثير، أليس كذلك؟»

كان حجم الصندوق حوالي ربع ما تخيَّلَته لوسي. استقر على أرضية خزانة الملابس، وبدا غريبًا... وساكنًا، رغم الصور المزخرفة على جوانبه للمَجَرَّات المنفجرة، وما شابه ذلك.

انحنت لوسي والتقطته.

قالت: «إنه صغير جدًّا».

فَسَّرَ لها هيرام: «من الواضح أن حجمه يزداد كثيرًا فور أن يتم تجميع كل الأجزاء، وحثّها على الحركة. هذا ما أخبرني به البائع. أَتَلْحَظِين؟» أشار بإصبعه الضخم القصير للكتابة الموجودة على قمة الصندوق. «إنه يأتي ملحقًا بطقم للتضخيم».

«حسنًا، إذا كنت متأكدًا من أنه الكون المنشود...»

مالت لوسي وأعادت العبوة زاهية الألوان إلى مكانها مرة أخرى. حتى مع الخصم الكبير، بلغ سعرُ الكون راتب شهر كامل. ومع ذلك.. فقد كان استثمارًا مَرَّةً في العمر، ويستحق كل مليم، إنْ كان سيجلب لِفَتَاها السعادة.

ورغم ذلك.. غلبها النوم بصعوبة تلك الليلة، حيث استيقظت أكثر من مرة، ولم يفارق المال ذهنها.

من حسن الحظ أن عيد ميلاد بينجي كان في عطلة نهاية الأسبوع تلك السنة، ولذا.. لم تضطر لوسي لأنْ تهرع إلى العمل في فجر المدينة المعتم. ضَبطتْ هي وهيرام المُنَبِّه على السادسة صباحًا، وتحسست طريقها بالبيت؛ لِتَعدّ العدة قبل أن يستيقظ بينجي. وبالإضافة إلى هديته الأساسية، كانت هناك هدايا من جدّيه، بالإضافة إلى شِيك بنكي من خالته، كانت قيمته صغيرة جدًّا، مقارنةً بالأيام الخوالي.

وكانت هناك الكعكة.. خَبَزها هيرام أمس عندما كان بينجي في المدرسة. كان قد خبزها على شكل سيارة سباق حمراء فاقعة اللون، وربما لم يكن من الصواب أن يختار هذا اللون، لكنّ الأوان قد فات.

عندما نزل بينجي الدَّرَج في نهاية المطاف في الثامنة إلا الربع، أشعث الشعر، وكأنه خنفساء مدهوسة، تحوَّلت غرفة الجلوس إلى كهف علاء الدين حقًّا.

أو هكذا ظنّت لوسي على أية حال.

عندما وقعت عينا بينجي على الصندوق الذي يحوي الكون AC49 مستقرًا في وسط السجادة؛ تَبَدَّد النعاس من عينيه.

«يا إلهي!»

ابتسمتْ لوسي وهيرام بفخر.

جلس بينجي على الأريكة، وقلَّبَ الصندوق بين يديه. ولم يُبدِ أدنى اهتمام بالهدايا الأخرى. في تلك اللحظة، لم تعبأ لوسي بأنّ الأشهر القليلة القادمة ستكون قاسية جدًّا. جُلّ ما يهمها هو السعادة الطاغية التي بدت على مُحَيَّا ابنها.

قال بينجي بإعجاب، قارئًا بصوت عالٍ: «التجميع في دقائق معدودة. تحتوي على أجزاء صغيرة لا تناسِب الأطفالَ الصغار. لا يحتاج بطاريات للتشغيل».

ثم قَصَّ الشريط المثبت على الغطاء بظفر إبهامه.

بعدها بساعات، ران الصمت على البيت، فيما عدا مِن صوت طنين متقطع يصدر من العلبة التي تم إخلاؤها؛ لإفساح المجال لكون بينجي. لقد وعده أبواه المُحِبَّان له أنهما لن يتجها إلى هناك إلّا في حالات الطوارئ فقط، وأن هذه البقعة ستصبح من الآن فصاعدًا بقعته الخاصة.

بدأ النعاس يغلب لوسي وهيرام.

غمغم بصوت يغلب عليه النعاس: «لم أتخيل أنه سيكون مزعجًا إلى هذا الحد عند تشغيله».

وافقته الرأي قائلة: «لقد أحدث دويًّا مزعجًا في البداية».

«أو ربما استغرق إعداده وقتًا طويلاً».

قالت لوسي: «يأتي الكون AC49 مزوَّدًا بخيار تحقيق الانسجام بين الثوابت الفيزيائية. قرَّر بينجي أنه يودّ تعزيزه بشكل مناسب. من الواضح أن باستر باداوي لم يكترث، وانتهى به الأمر إلى شيء فوضوي جدًّا. يودّ فَتَانَا أن يدعم كونُه الحياةَ الفعليّة وكل شيء. لقد أمضينا نصف النهار في محاولة تعديل سرعة الضوء».

خيّم الصمت على هيرام طويلاً، حتى إنها ظنّت أنّ النوم قد غلبه.

قال مفاجِئًا إيّاها: «الحياة الفعلية؟»

«تلك هي الخطة».

«هل تعتقدين أنه سيتعامل مع إبداعاته بحِرْص؟»

أجابت وهي تتقلب في السرير؛ التماسًا لوضعيّة مريحة: «لا أظن ذلك، ولكنني لا أبالي.» ■

جون جرانت ألَّفَ ما يربو على 60 كتابًا، منها الخيالي، ومنها الواقعي. ومن بين أعماله التي تنضوي تحت قائمة الفئة الثانية: العلوم المهجورة «*Discarded Sciences*»، وإنكار العِلْم «*Denying Science*»، وموسوعة الفانتازيا «*The Encyclopedia of Fantasy*»، بالاشتراك مع جون كلوت John Clute، و*A Comprehensive Encyclopedia of Film Noir* (موسوعة شاملة لأفلام الجريمة الكئيبة). ومن المقرَّر أن تَنشر له دار نشر ألكِمي برِس (*Alchemy Press*) مجموعة من القصص القصيرة، تحت عنوان «*Tell No Lies*» في أواخر هذا العام 2014. وقد حاز على جائزة الفانتازيا العالمية (World Fantasy Award)، والعديد من الجوائز الأخرى.

NATURE.COM
تابع المستقبليات:
@NatureFutures
go.nature.com/mtoodm

تُطبع المجلة بدعم من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية

دعــوة للحضور



تحت رعاية خادم الحرمين الشريفين

الملك عبد الله بن عبد العزيز



مؤتمر التقنيات المتقدمة ٢٠١٤

المؤتمر الدولي الثالث للتقنيات المتقدمة

١٣ – ١٥ ذو القعدة ١٤٣٥ هـ، الموافق ٨ – ١٠ سبتمبر ٢٠١٤ م

قاعة المؤتمرات - مبنى ٣٦ - مقر المدينة الرئيسي - طريق الملك عبدالله - الرياض

ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢
المملكة العربية السعودية
هاتف: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٤٣٤٩
فاكس: ‎+٩٦٦ ١١٤٨١ ٣٨٣٠
www.kacst.edu.sa